

Studien, herausg. von K.B. Reichert

Breslau Univ, physiol. Inst

STUDIEN

DES

PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTS

ZU BRESLAU.

HERAUSGEGEBEN

VON

K. B. REICHERT,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE.



MIT 4 KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1858.

Inhaltsverzeichniss.

Beobachtungen

über die ersten Blutgefässe und deren Bildung, sowie über die Bewegung des Blutes in denselben bei Fischembryonen.

Einleitung.

Es ist bekannt, dass Fischembryonen zu denjenigen Objecten unter den Wirbelthieren gehören, bei welchen die Bewegung des Blutes mit Hilfe des Mikroskops ausserordentlich gut beobachtet werden kann. Die Fischembryonen sind aber vor ähnlichen Objecten ganz besonders dadurch ausgezeichnet, dass sich diese Bewegung unter geeigneten Umständen nicht blos in einem bestimmten Bezirke des Blutgefässsystems, sondern auf der ganzen Bahn oder doch in allen für uns wichtigsten Abtheilungen übersehen und verfolgen lässt. Die dabei wahrnehmbaren Erscheinungen haben mehrere Frühjahre meine Aufmerksamkeit in Anspruch genommen und mich davon überzeugt, dass dieselben bisher noch nicht in genügender Weise zur Erläuterung der Herzthätigkeit und des Mechanismus, durch welchen das Herz die Blutmasse in Bewegung setzt, verwerthet worden sind. Sehr lehrreich sind namentlich jene Fälle, in welchen die Herzthätigkeit (beim Absterben des Embryo, oder in Folge eines zufällig aufgetretenen oder durch Narcotisation herbeigeführten krankhaften Zustandes) beschleunigt oder verlangsamt, geschwächt und alterirt oder endlich auf mehrere Minuten gänzlich aufgehoben ist, so dass ihre Wirkung auf die bereits stillstehende Blutmasse studirt werden kann; es werden Experimente unter den natürlichsten Verhältnissen vor unseren Augen ausgeführt.

Für das Studium der Blutbewegung sind nicht alle Fischembryonen gleich günstig beschaffen, auch hat man auf das Entwickelungsstadium Rücksicht zu nehmen. Unter den von mir untersuchten Fischen empfehle ich ganz besonders *Leuciscus Dobula* (Döbel), auch *L. rutilus* (Rothauge) und *L. erythrophthalmus* (Plötze). Die Embryonen zeichnen sich durch ihre Durchsichtigkeit aus, die sternförmigen Pigmentzellen sind nicht so zahlreich und treten erst spät auf; auch der Nahrungsdotter bietet weder durch seine Beschaffenheit noch durch seine Lage erhebliche Schwierigkeiten dar; in allen den erwähnten Beziehungen stehen die Embryonen des Hechtes zurück. Das geeignetste Entwickelungsstadium lässt sich nicht zuverlässig nach Tag und Stunden bestimmen. Eine solche Bestimmung der Entwickelungszustände kann für den Embryologen nur als Nothbehelf

angesehen werden, da bekanntlich die Temperatur einen so entschiedenen Einfluss auf die Fortschritte des Entwickelungsprocesses ausübt, und da selbst bei einer und derselben Temperatur und unter sonst gleichen äusseren Verhältnissen der Grad der Entwickelung gleich alter Embryonen ungleich ausfällt. Es ist aber für die Beobachtung nothwendig, dass der Blutstrom sichtbar und wenn möglich auf der ganzen Bahn zu verfolgen ist; dazu gehört, dass er sichtbare Blutkörperchen führt, und dass das Blutgefässsystem noch einfachere Formverhältnisse darbietet. Aus diesen Gründen sind die späteren Entwickelungszustände, aber auch die frühsten bald nach dem Auftreten des Herzens und der ersten Gefässbahnen für die Beobachtung ungünstig. Im letzteren Falle, wenn das Herz in einer Minute 20—30 Male seine noch wurmförmigen Bewegungen wiederholt, scheint das Blut keine Blutkörperchen zu führen; der Blutstrom, ja selbst die Blutgefässe entziehen sich der Beobachtung. Es soll hiermit nicht gesagt sein, dass keine Blutkörperchen vorhanden seien, denn mit dem Auftreten der Blutbahn sind auch jedes Mal schon Blutkörperchen gegeben. Allein der Blutstrom ist dann noch so schwach, dass die noch farblosen Blutkörperchen sehr leicht an den Wandungen der Gefässe adhäriren und mit dem Blutstrom gar nicht oder doch nur vereinzelt fortgeführt werden. Um die Zeit, wenn die Embryonen die Eihüllen verlassen, desgleichen in den nächstfolgenden Tagen nach dem Ausschlüpfen finden sich die geeignetsten embryonalen Zustände für die Beobachtung vor; beim Hecht etwa am 8. Tage, beim Döbel, der Plötze und dem Rothauge am 6. Tage nach der Befruchtung (bei einer Temperatur von etwa 8° R. während der Entwickelung). Die morphologischen Verhältnisse des Blutgefässsystems um diese Zeit werden im folgenden Abschnitte besprochen.

I.

Ueber die ersten Blutgefässe bei Fischembryonen und über deren Bildung.

Im ersten Theile der Abhandlung werde ich zunächst die Blutgefässe der Fischembryonen beschreiben, an welchen ich meine Beobachtungen über Blutbewegung angestellt habe. Sodann wende ich mich zur Bildungsgeschichte dieser Blutgefässe und ihres Inhalts, und werde dabei besonders auf die Beantwortung folgender vier Fragen Rücksicht nehmen: 1) welche Bestandtheile der ersten Blutbahn treten zuerst auf; 2) in welchen Theilen des Embryo befinden sich die ersten Blutgefässe, und giebt es Thatsachen und Gründe für die Aufstellung einer Couche hématogène Vogt, oder eines Gefässblattes oder einer Area vasculosa (Aubert) bei Fischembryonen, 3) welche feinere morphologische Beschaffenheit zeigen die ersten Blutgefässe und das Blut; endlich 4) wie bilden sich die Blutgefässe als Hohlkörper und wie das Blut. In die Beantwortung dieser vier Fragen lassen sich, wie mir scheint, alle auf die Bildung der Gefässe und des Blutes bezüglichen Erscheinungen und Folgerungen naturgemäss aufnehmen.

a) Die ersten Blutgefässe bei Fischembryonen.

Die *erste Blutbahn* ist sehr einfach, obgleich nicht bei allen Fischembryonen von gleicher Beschaffenheit. Es lassen sich gegenwärtig *zwei Formen* unterscheiden, von welchen die eine bei den *Cyprinoiden*, die zweite beim *Hecht* und nach VOGT's Beschreibung (Embryologie des Salmones, Neuchatel 1842) in ähnlicher Weise auch bei *Coregonus Palaea* vorgefunden wird.

Bei den *Cyprinoiden* theilt sich das unter den Augen gelegene arterielle Ende des Herzens, bald nach seinem Austritt aus dem Pericardium in zwei symmetrische Aeste, die ersten Aortenbogen, welche den Schlund oder doch die Schlundgegend von beiden Seiten umfassend, bogenförmig aufwärts und etwas hinterwärts ziehen, um in die Aorta zusammenzufliessen. (Vergl. tab. I. Fig. I. g. e.) Die Aorta selbst läuft dicht unter der Wirbelsäule oder unter der jetzt mehr sichtbaren Chorda dorsualis nach hinten in den Schwanz hinein und biegt sich, — in einiger Entfernung von der Afteröffnung, welche um diese Zeit jedoch nur die Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper aufnimmt, — bogenförmig oder schlingenförmig abwärts (Fig. I. n), um in ein Gefäss überzugehen, welches in der Vereinigungsstelle beider Visceralplatten oder unteren Bogen des Wirbelsystems seine Lage hat. Es ist das letztere Gefäss von den meisten Embryologen mit der Vena caudalis der erwachsenen Fische verglichen worden. K. E. VON BÄR (Untersuchungen über die Entwick. der Fische, Leipzig, 1835, p. 24) macht darauf aufmerksam, dass die gegenwärtige Schwanzvene nicht die Lage dicht unter der Aorta, wie die Vena caudalis der erwachsenen Fische, besitzt; er zeigt auch, dass die Vena caudalis (profunda) sich später erst bilde und nennt die in Rede stehende Schwanzvene Vena caudalis inferior. (Fig. I. t.) Diese Vene verfolgt nun ihren Lauf nach vorn bis zur Afteröffnung, wendet sich hier aufwärts näher zur Aorta hin und führt den Blutstrom in einen oder wahrscheinlicher in zwei Gefässstämme über, welche unter der Aorta als sogenannte Venae vertebrales posteriores oder cardinales (RATHKE) bis zu der Gegend hinziehen, wo äusserlich bereits das Rudiment der Brustflosse bemerkbar wird. (Fig. I. 5.) Ich halte es, wie gesagt, für wahrscheinlicher, dass zwei Venae cardinales vorhanden sind, muss jedoch hinzufügen, dass es mir bisher nicht gelungen ist, zwei getrennte Gefässstämme gleichzeitig wahrzunehmen. Beide Gefässstämme liegen wahrscheinlich so dicht beieinander, dass sie sich bei jeder beliebigen Seitenansicht des Embryo ganz oder theilweise decken; bei der Ansicht von oben oder unten lässt sich der Blutstrom nicht erkennen. An der Brustflosse zieht der Blutstrom jederseits unter einem fast rechten Winkel abwärts und etwas vorwärts über die Nahrungsdotterkugel zum Herzen hin, und die entsprechenden Gefässröhren sind die Sinus transversi oder Cuvieri. (Fig. I. 9.) Beide Stämme münden nicht direct in das venöse Ende des Herzens ein, sondern vielmehr in einen lacunenartigen Gefässraum, der zwischen Herzen und dem Pericardium einerseits und dem Nahrungsdotter andrerseits seine Lage hat, häufig, namentlich bei mangelhaftem Kreislauf, sich stark ausdehnt, und in den das Herz mit seinem Ostium venosum sich öffnet. Dieser Gefässraum (Fig. I. p.; Fig. 4. p.) ist von C. VOGT (a. a. O. p. 189 sq.; Fig. 42. ψ') für das Atrium mit den Herzohren gehalten, und darin ist ihm auch AUBERT (v. Sieb. u. Köllik. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. VII. p. 345 sq.) gefolgt. Seiner Lage nach kann derselbe nicht

der Vorhof und überhaupt kein Theil des Herzens sein; denn, was zum Herzen gehört, muss begreiflicher Weise innerhalb des Herzbeutels liegen; der fragliche Gefässraum liegt aber ausserhalb des Herzbeutels, zwischen diesem und dem vorderen Ende oder Pole des Nahrungsdotters; man hat es vielmehr mit dem bekannten Sinus venosus communis der Fische zu thun, der auch bei ausgebildeten Fischen die Sinus Cuv. aufnimmt.

Das Herz selbst ist um die gegenwärtige Zeit einfach schlauchförmig ohne irgend welche Abtheilungen. Sein arterielles Ende ist nach vorn gewendet und liegt scheinbar zwischen den Augen; das venöse Ende ist nach hinten und etwas abwärts gerichtet. Bei Hydrops pericardii oder bei abnormer Erweiterung des Sinus venosus communis wird das venöse Ende des Herzens mehr abwärts gezogen, so dass der Herzschlauch unter einem rechten, ja sogar stumpfen Winkel gegen den Kopf des Embryo gestellt erscheint; mit Unrecht ist diese Stellung des Herzschlauches von einigen Beobachtern (Vogt, Aubert) als die normale bezeichnet worden. Sobald die erste Blutbahn sichtbar ist, zeigt sich der Herzschlauch schon etwas Sförmig oder lieber Cförmig gekrümmt und tritt mit seinem Bogen aus der Mittellinie so nach links herüber, dass der concave Rand nach links und etwas nach hinten gewendet ist.

Beim *Hecht* ist die Abänderung von der so eben beschriebenen ersten Blutbahn der Cyprinoiden vorzugsweise in dem Venen-Bezirke bemerkbar. (Vergl. Fig. 4.) Die Vena caudalis inferior nämlich setzt sich, dieselbe Richtung verfolgend und dieselbe Lage beibehaltend, über die Afteröffnung hinweg nach der Bauchhöhle bis zu der Stelle fort, wo sich der später näher zu beschreibende Nahrungsdotter befindet. Hier geht der Blutstrom in zwei symmetrische kurze Stämme (Fig. 19 u.) über, die, das vordere Ende der embryonalen Schwanzflosse daselbst zwischen sich nehmend, auf die untere Fläche der Nahrungsdotterkugel treten und hier das Blut in einen lacunenartigen Gefässraum ergiessen, der sich fast über die ganze freie Oberfläche des Nahrungsdotters ausbreitet und von Aubert nach dem Vorgange von C. Vogt mit dem Namen Couche hématogène bezeichnet worden ist. (Fig. 4. v.) In wie weit dieser Name passend gewählt sei, wird sich später ergeben; vorläufig sei bemerkt, dass ich sowohl dieses Gefäss als die Fortsetzung der Vena caudalis inferior am Bauche mit der Vena abdominalis anterior s. inferior der nackten Amphibien zu vergleichen geneigt bin. Die Couche hématogène breitet sich seitlich bis nahe an den unteren Rand der Visceralfalten des Wirbelsystems in jener Gegend aus, gewöhnlich links jedoch höher hinauf, als rechts. Am vorderen Ende der Nahrungsdotterkugel sieht man die Blutkörperchen aus diesem Gefässraum in zwei Strömen zum Sinus venosus communis abziehen, von welchen der eine mehr nach oben und rechts, der andere aufwärts und links seine Richtung einhält. (Fig. 4. v′.) Diese beiden Abzugscanäle beschreiben nahezu eine Bahn, welche sich mit dem Sinus Cuv. vergleichen lässt; auch nehmen sie später dieselben Gefässe auf, welche bei den Cyprinoiden ihr Blut zu den Sinus Cuv. abführen. Es fehlen also in dieser zweiten Form der ersten Blutbahn bei Fischembryonen hauptsächlich die Venae cardinales; statt dessen setzt sich die Vena caudalis inferior oder anterior in derselben Richtung auf den Bauch fort, und das Blut wird schliesslich durch die sog. Couche hématogène zum Sinus Cuv. geleitet.

Die *Erweiterung der ersten Blutbahn* erfolgt mit gleichzeitiger Veränderung in der Form des Herzschlauchs. Letztere wird mehr S förmig und zeigt dann bald deutlich zwei Abtheilungen: der vordere, kürzere und dünnere Theil ist der Bulbus aortae (Figg. o.), der hintere, weitere und längere die gemeinschaftliche Anlage für Kammer und Vorhof, nicht für die Kammer allein, wie es Vogt und Aubert angeben. Von den beiden Bogen, welche die S Form bilden, liegt der kleinere nach vorn und mehr rechts, und es participiren daran der Bulbus aortae und der angrenzende Theil der hinteren Abtheilung; der grössere Bogen liegt nach hinten und wendet seine Hauptkrümmung stark nach links. Beide Bogen stehen ferner nicht in einer und derselben Ebene, auch verhalten sie sich in dieser Beziehung bei verschiedenen Embryonen nicht immer auf gleiche Weise; doch lässt sich im Allgemeinen sagen, dass der vordere Bogen mehr der senkrechten, der hintere dagegen mehr der horizontalen Ebene zugeneigt ist. Sehr bald zeigt sich in der zweiten Abtheilung durch eine eingeschnürte Stelle, vor und hinter welcher der Herzschlauch sich stärker aussackt, die Trennung in Vorhof und Kammer. (Figg. a. b.) Die eingeschnürte Stelle befindet sich etwa in der Mitte der hinteren Abtheilung da, wo der rechte Bogen in den hinteren linken übergeht; die Kammer liegt demnach gleich anfangs mehr nach rechts, der Vorhof dagegen nach links gewendet. So hat auch v. Bär die Lage des Vorhofs und der Kammer bei *Abramis Blicca* beschrieben, und so finde ich dieselbe bei den von mir untersuchten Cyprinoiden und beim Hecht. Ganz ähnlich scheint es bei *Coregonus Palaea* zu sein, obgleich man der Beschreibung Vogt's, da derselbe den Vorhof gänzlich verkannt hat, nicht genau folgen kann. Nach H. Rathke ist bei *Blennius viviparus* der Vorhof rechts, die Kammer links gelegen.

Bevor ich zur Beschreibung der erweiterten Blutbahn übergehe, glaube ich nachfolgende Bemerkungen voranschicken zu müssen. Bei Erweiterung der ersten Blutbahn ist um die Zeit, in welcher ich meine Studien über die Blutbewegung gemacht habe, noch von keinen Capillaren oder auch diesen zunächst liegenden zu- und abführenden Gefässen die Rede. Die neu auftretenden Gefässe sind bleibende oder vorübergehende Gefässstämme, welche als Aeste der beschriebenen Hauptstämme im Arterien- und Venensystem anzusehen sind, und die in einander gewöhnlich bogenförmig so übergehen, wie später die Arterien und Venen durch Vermittelung der Capillaren. Auf eine zweite Eigenthümlichkeit der erweiterten Gefässbahn hat bereits v. Bär aufmerksam gemacht. (a. a. O. p. 28 sq.). „Es war ein durchgreifendes Gesetz in der Entwickelungsgeschichte, dass in der ersten Zeit des Embryolebens das Arterien- und Venenblut ganz verschiedene und getrennte Bahnen durchläuft, dass aber während des Fortschrittes der Entwickelung immer mehr Uebereinstimmung auftritt, theils, indem sich gleich bedeutende Arterien und Venen einander nähern, theils indem sich, wo früher nur eine Arterie lag, eine entsprechende Vene zurücklaufend bildet, etc.“ Diese Thatsache findet zum Theil ihre Erklärung darin, dass diejenigen Abschnitte des Gefässsystems bei Erwachsenen, in welchen gleichnamige Arterien und Venen beieinander verlaufen, weder in den Hauptstämmen und deren nächsten Verästelung, noch in dem Capillarsystem angetroffen werden, sondern vielmehr in der Mitte zwischen beiden liegen. Nun aber umfasst die erste Blutbahn, — von einigen, nur auf die embryonalen Verhältnisse berechneten Gefässbahnen abgesehen, — vorzugsweise die Hauptstämme

des Gefässsystems, und die zunächst auftretenden Gefässe gehören meistentheils den Verästelungen derselben an, bei welchen gleichnamige Arterien und Venen auch später nicht vorkommen. Allein zuweilen kommt auch der Fall vor, dass selbst da, wo bei Erwachsenen und im späteren Embryoleben gleichnamige Arterien und Venen nebeneinander verlaufen, dieses anfangs nicht beobachtet wird. So gedenkt v. Bär der Intervertebralgefässe, von welchen anfangs zwischen den Abtheilungen des Wirbelsystems entweder nur eine Vene oder nur eine Arterie sich vorfindet, und zu denen sich später das fehlende Gefäss gleichen Namens einstellt. Hier scheint das Gesetz der Sparsamkeit sich geltend zu machen. In der ersten Zeit des Embryolebens nämlich haben alle Gefässe, mögen sie das Blut vom Herzen ab- oder zu demselben hinführen, für den Stoffwechsel die gleiche Leistung, wie das arterielle und venöse Capillarsystem bei Erwachsenen; besondere morphologische Einrichtungen, die sich ausschliesslich auf die Vertheilung des Blutes im Körper und auf die Abfuhr desselben nach dem Herzen hin beziehen, erscheinen hiernach noch überflüssig. Die Intervertebralvene leistet für den Stoffwechsel an ihrer Stelle zwischen den Abtheilungen des Wirbelsystems eben dasselbe, was die Intervertebralarterie in dem Zwischenraum zwischen zwei anderen Wirbelabtheilungen. Wir haben schliesslich noch der Reihenfolge zu gedenken, in welcher die nächsten Blutgefässe auftreten; es steht dieselbe im genauen Zusammenhange mit derjenigen Reihenfolge, in welcher sich die Primitivorgane bilden, und mit den Fortschritten, welche diese in ihrer Ausbildung machen. Wenn die erste Blutbahn sichtbar wird, finden sich bereits das Centralnervenrohr, das Wirbelsystem, die Cutis, wahrscheinlich auch die Müller-Wolff'schen Körper vor, da deren Ausführungsgänge sich bereits markiren; es fehlen dagegen: Darm, Leber, der Kiemenapparat etc. Die nächsten Gefässe werden in den vorhandenen Primitivorganen wahrgenommen, und da der Kopf in seiner Entwickelung auffällig voranschreitet, so zeigen sich die ersten Blutgefässe für die erweiterte Blutbahn in ihm. Mit der weiteren Ausbildung der übrigen Organe stellen sich auch die ihnen zugehörigen Gefässe ein.

Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich zur Beschreibung der Blutgefässe, die sich als nächste Erweiterung der ersten Blutbahn mit mehr oder weniger Sicherheit verfolgen lassen. Die *neuen Gefässe am Kopfe* beziehen sich auf die Vermehrung der Aortenbogen oder hier Kiemenbogen-Arterien, und auf die Arterien und Venen, welche das Blut zum Gehirn, Auge, Gesicht zu- und abführen. Die Figuren 2, 3 und 5 zeigen das Verhalten der Gefässe am Kopfe des *Döbels* in mehreren aufeinander folgenden Entwickelungsstadien, in welchen ich den Kreislauf studirte. Man sieht in den Figuren (Figg. f. i.), dass der Bulbus arteriosus, bald nach seinem Austritt aus dem Pericardium, sich in zwei Hauptäste theilt. Der hintere (f) ist der stärkere und zeigt sich mehr als Fortsetzung des Bulbus arteriosus. Derselbe theilt sich alsbald in zwei symmetrische Aeste (Kiemenarterienstämme), die auf beiden Seiten des Schlundes aufwärts steigen und jederseits an den beiden gegenwärtig vorhandenen Kiemenbogen sich in zwei Aortenbogen oder Kiemenbogen-Arterien (Figg. g.) auflösen, welche unmittelbar in die Aorta einmünden. Da, wo der erste Aortenbogen in die Aorta übergeht, nimmt eine Arterie ihren Ursprung, welche, scheinbar als Fortsetzung der Aorta nach vorn, gegen den hinteren Rand des Auges hinzieht und an der inneren Seite desselben

sich in zwei Aeste spaltet, von welchen der vordere zwischen der mittleren und hinteren Abtheilung des Gehirns aufwärts steigt, um bogenförmig in einen Zweig des hinteren Astes der Vena jugularis oder vertebralis anterior überzugehen, während der hintere Ast an der Basis der letzten Abtheilung des Gehirns entlang nach hinten zieht, mit den Intervertebralgefässen in Verbindung tritt und sein Blut daselbst in einen andern Zweig des Ramus post. der Vena jugularis abführt. (Figg. h, h', h''.) Diese, die hinteren Abschnitte des Gehirnes mit Blut versorgende Arterie lässt sich wohl mit der Art. vertebralis der höheren Wirbelthiere vergleichen, was auch bereits v. Bär gethan hat. Der vordere (Figg. i.) dünnere Hauptast des Bulbus arteriosus theilt sich in seinem Verlaufe nach vorn gleichfalls sehr bald in zwei kurze, symmetrische Aeste. Jeder dieser beiden Aeste sendet alsdann zwei, den Aortenbogen ähnliche, doch unmittelbar hinter dem Auge aufsteigende Arterien aus (Figg. k., l.), von welchen die vordere als Art. ophthalmica (l.) zum Auge, die hintere, mit der Carotis cerebralis (k.) vergleichbare, hinter dem Auge zu den vorderen Abschnitten des Hirns dringt und hier bogenförmig in die Zweige des Ramus anterior der Vena jugularis übergeht. Der Stamm (i.), aus welchem die Art. ophthalmica und die Carotis cerebralis entspringen, kann mit der Carotis communis verglichen werden; auch sieht man öfters schon im vorliegenden Entwickelungsstadium eine dritte Arterie (Fig. 3. m.) von ihm abgehen, die unterhalb des Auges zur Mundöffnung hinzieht und als Carotis facialis gedeutet werden könnte. Die wenigen, jetzt sichtbaren Venenzweige zeigen sich als unmittelbare Fortsetzungen der Endzweige der Carotis communis und der Art. vertebralis und sammeln sich dem entsprechend in den Ram. anterior und posterior der Vena jugularis s. vertebralis anterior, welche hinter dem Ohrlabyrinthbläschen in den Sinus Cuvieri einmündet, wo von hinten her die Vena vertebralis posterior in denselben übergeht.

In dem nächstfolgenden Entwickelungsstadium, das die Fig. 3 darstellt, sind folgende Veränderungen am Kopfe bemerkbar. Die Zahl der Aortenbogen hat sich, entsprechend den vorhandenen Kiemenbogen, um zwei vermehrt, so dass der Kiemenarterienstamm sich nunmehr in vier Aortenbogen auflöset; ausserdem haben sich neue Gefässschlingen, deren Schenkel aus Arterien- und Venenzweige bestehen, besonders in der Gegend des Ohrlabyrinthbläschens herangebildet; sie gehören in den Bereich der Art. vertebralis und des Ramus posterior der Vena jugularis; auch der Gesichtsast der Carotis communis ist hier deutlicher. Die nächste, auffällige Erweiterung im Gefässsystem des Kopfes bezieht sich auf den Kiemenapparat. Sobald die Fortsätze an den Kiemenbogen, die sich in die Kiemenblättchen verwandeln, eine gewisse Länge erreicht haben, treten in ihnen Gefässschlingen auf (Fig. 5), deren beide Schenkel auf den Aortenbogen aufgesetzt sind und mit ihm in Verbindung stehen. Der Blutstrom geht anfangs unbehindert durch den Aortenbogen hindurch; die Ströme in den Gefässschlingen der Kiemenblättchen sind ursprünglich nur Abzweigungen, Nebenströme dieses Hauptstroms.

Es ist mir bisher selbst beim Döbel und der Plötze nicht möglich gewesen, das Verhältniss der Aortenbogen in der ersten Blutbahn zu der Carotis communis und den Aortenbogen in den so eben beschriebenen Entwickelungsstadien genau zu ermitteln. Die bekannten Beobachtungen aus der Entwickelungsgeschichte höherer Wirbelthiere machen es wahrscheinlich, dass auch bei

Fischembryonen die ersten Aortenbogen in die Carotis communis beider Seiten sich verwandelt haben und dass also der erste spätere Aortenbogen als der eigentliche zweite anzusehen sei, doch konnte ich um die Zeit, wann sich die Art. ophthalmica und Carotis cerebralis unterscheiden liessen, keinen Zusammenhang dieser Gefässe mit der Aorta wahrnehmen. K. E. von Bär erwähnt, dass bei *Abramis Blicca* gleichzeitig sechs, ja sogar noch ein siebenter Aortenbogen an den Ossa pharyngea sichtbar seien (a. a. O. p. 27). Die von ihm gegebene Zeichnung (Fig. 22) lässt sich mit der meinigen (Figg. 3. u. 5.) vergleichen, mit dem Unterschiede, dass die Art. ophthalmica und Carotis cerebralis als erster und zweiter Aortenbogen gezeichnet sind. Ausserdem aber findet sich eine bemerkenswerthe Abweichung in dem Ursprunge der Aortenbogen aus dem Bulbus arteriosus. Nach v. Bär theilt sich der Bulbus art. in zwei symmetrische kurze Aeste, Kiemenarterienstämme, welche sofort in die betreffenden Aortenbogen sich auflösen. Nach meinen Beobachtungen spaltet sich der Bulbus arteriosus zunächst in einen stärkeren hinteren und in einen nach vorn verlaufenden, dünnern, vorderen Hauptast; der erstere giebt dann die Kiemenarterienstämme, der letztere die beiden Carotides communes ab. C. Vogt hat bei Coregonus Palaea zu gleicher Zeit nur fünf Aortenbogen gesehen; über die Art und Weise, wie sich der Bulbus art. verästelt, finden sich keine näheren Angaben.

Die *Erweiterung der ersten Blutbahn am Rumpfe* ist leicht aus den beigegebenen Zeichnungen zu ersehen. Es bilden sich sehr bald die Intervertebralgefässe und zwar, wie bereits v. Bär hervorgehoben hat, in der Weise, dass in den Interstitien zwischen je zwei Abtheilungen des Wirbelsystems abwechselnd eine Vene und eine Arterie auftreten, die am Dorsalrande des Wirbelsystems sämmtlich untereinander durch Schlussbogen in Verbindung stehen; zuweilen finden sich zwei, selbst drei Schlussbogen übereinander. (Figg. 1, 2, 3′ o. x.) Allmälich erst entwickelt sich zu den vereinzelt laufenden Gefässen die correspondirende oder gleichnamige Arterie oder Vene hinzu. Da die Intervertebralgefässe in der Tiefe zwischen zwei Abtheilungen des Wirbelsystems ihre Lage haben, so entspricht ihr Verlauf nicht den Linien, die an der Oberfläche die Wirbelabtheilungen von einander scheiden, wie es Aubert gezeichnet hat. (a. a. O. Fig. 5) Die Abbildung von Bär's ist naturgetreu, man ersieht daraus, dass die Intervertebralgefässe meist unter einem nach abwärts gerichteten spitzen Winkel mit jenen Linien zusammentreffen. Beim Döbel entspringen alle Intervertebral-Arterien aus der Aorta, und die Venen ergiessen ihr Blut in die Vena vertebralis posterior und in die Vena caudalis inferior. Durch neue Gefässbogen wird ferner die Schlinge der Aorta und Vena caudalis inferior nach dem Schwanzende hin erweitert. Dabei zeigt sich, dass in dem zuletzt sich bildenden Gefässbogen der Schenkel der Vene oberhalb, derjenige der Aorta unterhalb seine Lage erhält. Die Endschlinge wird so zur Schleife, indem die Schwanzvene in ihrem weiteren Verlauf an der Aorta vorbei zur Vena caudalis inferior herüberzieht. (Fig. 2, 3: n′). An der Vena caudalis inferior bemerkt man, dass sie in einem Theile ihres Verlaufes gewöhnlich netzförmig wird, indem sich neue Gefässbogen auf der gegen die Aorta gewendeten Seite entwickeln. Nach v. Bär entsteht aus diesen Gefässbogen später die Vena caudalis profunda. Als eine Veränderung der ersten Blutbahn muss auch angeführt werden, dass die Ductus

Cnv. mit der Verkleinerung des Nahrungsdotters an Länge abnehmen, und dass der Sinus venosus communis mehr und mehr an Umfang verliert. Ich unterlasse, auf die in den Baucheingeweiden nun sich bildenden Gefässe näher einzugehen, da dieselben für die Studien des sichtbaren Kreislaufes nur untergeordneten Werth haben.

Beim *Hecht* stehen die Abweichungen des erweiterten Blutkreislaufes im genauen Zusammenhange mit den Eigenthümlichkeiten seiner ersten Blutbahn. Auch in den vorliegenden Entwickelungsstadien fehlt die Vena vertebralis posterior. Die hinteren Intervertebral-Venen in der Bauchgegend führen ebenso, wie am Schwanze, ihr Blut zur Vena caudalis inferior oder wohl richtiger zur Vena abdominalis anterior ab, die sich, wie oben beschrieben, als unmittelbare Fortsetzung der Vena caudalis inf. am Bauche jener Gegend darstellt. Das Blut der vorderen Intervertebralvene des Rumpfes hat seinen Abzug zum kleineren Theile durch den Ramus posterior der Vena jugularis, zum grösseren Theile dagegen durch ein Gefäss jederseits, welches anfangs scheinbar zwischen dem Wirbelsystem und Nahrungsdotter liegt, sodann nach hinten und abwärts an dem Ausführungsgange des Müller-Wolff'schen Körpers, und später auch an dem Darmcanal, zwischen diesem und dem hintern Zipfel des Nahrungsdotters fortzieht und schliesslich unter einem spitzen Winkel in die Vena abdominalis anterior als Fortsetzung der Vena caudalis inferior einmündet (Fig. 4 : w.); das Gefäss scheint durch Anastomosen der Intervertebralvenen dieser Gegend entstanden zu sein. Wie die Intervertebral-Venen im vorderen Abschnitt des Rumpfes bei *Coregonus Palaea* sich verhalten, konnte ich weder aus der Beschreibung, noch aus der Zeichnung Vogt's ermitteln. Eine eigenthümliche, schon von Aubert beschriebene Veränderung erleidet der vordere, lacunenartig über den Dotter erweiterte Theil der Vena abdominalis inf. oder anterior, die sogenannte Couche hématogène; es verwandelt sich derselbe durch Septa, die die Höhle durchsetzen, in ein Venennetz, durch welches das Blut ebenso wie früher zum Sinus venarum communis hingeleitet wird.

b) Bildung der Blutgefässe und des Blutes.

Nachdem ich die anatomische Beschreibung der ersten Blutgefässe bei den von mir untersuchten Fischembryonen gegeben habe, ist es nunmehr meine Aufgabe auf die Bildungsgeschichte derselben und ihres Inhaltes näher einzugehen. Neuere Beobachter haben die Fischembryonen als besonders geeignete Objecte für die Untersuchung der ersten Entstehung der Blutgefässe und des Blutes gerühmt. Ich vermag diese Ansicht nicht zu theilen. Die Beobachtung frischer, unversehrter Embryonen findet ein oft unüberwindliches Hinderniss am voluminösen Nahrungsdotter und zum Theil auch an der Dotterhaut. Die für eine genaue Untersuchung ganz unerlässliche, geeignete Zerlegung und Präparation des Embryo's ist viel schwieriger, als beim Hühnchen, und doch bleibt auch hier sehr Vieles noch zu wünschen übrig. In den folgenden Mittheilungen werde ich öfters Gelegenheit haben, darauf hinzuweisen, wie gerade die Untersuchungen an Fischembryonen zur Verbreitung unrichtiger Vorstellungen über Blutgefäss- und Blutbildung beigetragen haben.

Die *erste Frage,* deren Beantwortung uns zunächst obliegt, ist die, *welche Bestandtheile der ersten Blutbahn werden zuerst gebildet?*

Aubert sagt in seiner Inauguralabhandlung (De prima systematis vasorum sang. genesi etc. Vrat. 1853): „prima organa, quae cernuntur, sunt pericardium et, ut consentaneum est, cor", und in der späteren deutschen Umarbeitung obiger Schrift (Zeitsch. für w. Zool. Bd. VII. Heft 4, 1855: p. 353 sq.): „Das erste, was sich vom Blutgefässsystem bildet, ist nicht das Herz, sondern der Raum, in dem sich das Herz bilden soll, der spätere Herzbeutel". Der Verfasser bemerkt ferner, dass der eben bezeichnete Raum zwischen dem Embryo am Kopfende und dem Nahrungsdotter hervortrete. Der Dotter sei jedoch an dieser Stelle nicht eingedrückt, sondern ganz rund, und nur der Embryo habe sich erhoben. Der anfangs dunkel gezeichnete Raum werde darauf heller, und man sehe nun, dass derselbe ganz von durchsichtigen Zellen angefüllt sei, zwischen welchen sich eine geringe Menge von Intercellularsubstanz befinde. Die Intercellularflüssigkeit nehme später an Quantität zu und bilde den Liquor pericardii, die Zellen aber stellen sich als Auskleidungsmembran des bezeichneten Raumes dar und werden zum Herzbeutel. Innerhalb dieses Herzbeutels, — in der Gegend des Ohres —, soll dann später das Herz als ein anfangs dreieckiger Körper entstehen, der darauf cylindrisch und schliesslich durch Ausscheidung einer Flüssigkeit (Liquor sanguinis) zum Hohlkörper werde. Die Bildung des Hohlraums im Herzen und des Herzbeutels erfolgen demnach auf analoge Weise durch „Bildung einer Intercellularsubstanz zwischen Zellen, die ursprünglich dicht aneinander grenzen, aber durch jene immer mehr von einander entfernt werden, bis sie als Wandungen eines Hohlraums, der keine Zellen enthält, angesprochen werden müssen." Auf die Frage, wo jene Zellen, aus welchem Herzbeutel und Herz entstehen, herstammen, antwortet der Verfasser, wie folgt: „Da sie zuerst in der Mitte zwischen Embryo und Dotter entstehen, nicht von der Seite her wuchern, also auch nicht als Einstülpung, als Umschlag der Hautschicht angesehen werden können, so spricht diese Bildung ganz für das von v. Baer statuirte und von fast allen späteren Beobachtern beibehaltene Gefässblatt, als der passendsten Bezeichnung eines durch Differentiation der Zellen entstehenden Systems im Embryo".

Des Verfassers Ansichten über die Entwickelung der Fische und insbesondere des Hechtes schliessen sich im Allgemeinen sehr innig an C. Vogt's Embryologie des Salmones an. Hin und wieder finden sich Abweichungen und zu diesen gehört die vorgetragene Ansicht von der Entstehung und Ausbildung des Herzbeutels. Es ist nun zunächst allerdings richtig, dass, wie beim Hühnchen, so wahrscheinlich, — ich sage wahrscheinlich, weil die Untersuchungen weder beim Döbel und noch viel weniger beim Hecht sich hinlänglich genau anstellen lassen, — auch bei Fischembryonen, die Lücke oder Höhle, in welcher das Herz liegt, früher entsteht, als die Anlage des Herzens; man sieht wenigstens die Höhle schon deutlich, während vom Herzen sich Nichts wahrnehmen lässt. In meiner Schrift „das Entwickelungsleben etc." habe ich es bereits angegeben, dass der Entwickelung aller jener Organe, die mit mehr oder weniger freier Oberfläche in der Rumpfhöhle liegen (Herz, Lungen, Darmcanal, Leber, Wolff'sche Körper, Allantois etc.), die Abtrennung des Amnios (Cutis bedeckt von der Umhüllungshaut) vom Stratum intermedium voraufgehe, und dass die dadurch

gebildete Lücke die vom Pericardium, der Pleura und dem Peritonäum ausgekleidete Rumpfhöhle des Embryo repräsentire. Allein man darf in Grundlage dieses embryologischen Factums ebenso wenig aussprechen: „das erste, was sich vom Blutgefässsystem bildet, ist nicht das Herz, sondern der Raum, in dem sich das Herz bilden soll", als man sagen würde: Das Erste, was sich vom Bauchdarme bildet, ist nicht der Magen, sondern die Bauchhöhle mit ihrem Peritonäum. Die Höhle, worin das Herz liegt (Pericardium), desgleichen die Bauchhöhle und bei höheren Wirbelthieren die Brusthöhle mit der Pleura sind bei ihrer Entstehung, wie nachher, als abgekammerte Abtheilungen der Rumpfhöhle zu betrachten, und die Rumpfhöhle ist sammt der ihre freie Innenfläche bekleidenden serösen Haut (Peritonaeum, Pleura, Pericardium) zunächst die hintere Abtheilung des unteren oder Visceralrohrs vom Wirbelsystem, an deren Bildung vor vollständiger Abschliessung der Höhle durch die Bauchplatten des Wirbelsystems, wie bekannt, die Cutis participirt.

Ueber die Art und Weise, *wie der Hohlraum für die Rumpfhöhle und also auch die Höhle des Pericardium entsteht*, lassen die Untersuchungen am Hühnchen und den höheren Wirbelthieren auch nicht den mindesten Zweifel. Es stellt sich eine Lücke ein zwischen den Amniosplatten, den Vorläufern der Visceralplatten, und dem Stratum intermedium, welches unter Betheiligung des an seiner freien Fläche gelegenen Epithels (Cylinderepithelium des Darmcanals) das Bildungsmaterial der mit freien Flächen in der Rumpfhöhle auftretenden Organe enthält. Die Lücke ist anfangs spaltförmig und nimmt später an Umfang zu. An allen Durchschnittchen von Embryonen zeigt sie sich stets nur von der Flüssigkeit gefüllt, in welche das Schnittchen bei der Untersuchung gelegt worden war; die Lücke kann nur durch das Auftreten einer einfachen Flüssigkeit, eines Secretes zwischen der die Spalte begrenzenden Wandungen entstanden sein. Viel schwieriger dagegen ist der genaue Nachweis, wie sich die Höhle des Pericardium als vorderste Abtheilung von dem übrigen Theil der Rumpfhöhle abkammert, doch ist wahrscheinlich dass bei diesem Vorgang ebenso, wie bei der Bildung des Diaphragma, vorzugsweise die eigentlichen Wände der Rumpfhöhle, die Visceralfalten des Wirbelsystems oder in früherer Zeit die Cutis betheiligt sind. Bei Embryonen von Fischen habe ich über die erwähnten Bildungsvorgänge, trotz aller darauf verwendeten Mühe, mich nicht genau unterrichten können. Das Pericardium ist mir niemals anders, als in Form einer schon fertigen mit Liquor pericardii erfüllten Höhle vorgekommen; es schwimmen darin zuweilen Zellen, allein solche Zellen kommen auch in späteren Entwickelungsstadien darin vor und sind von den Wandungen abgestossene Zellenkörper und nicht solche, die erst zur Bildung der Wandung der Höhle verwendet werden. Die voraufgehenden Bildungszustände des Pericardium's entziehen sich einer genauen Beobachtung, doch darf ich hinzufügen, dass sich keine Erscheinung oder irgend welcher Umstand bemerkbar macht, aus welchem es gestattet wäre, auf einen anderen Entwickelungsvorgang, als bei den höheren Wirbelthieren zu schliessen. Das Eigenthümliche aber und, wie mir scheint, am meisten Bedenken Erregende in der Darstellung Aubert's von der Bildung des Pericardium bei den Fischen liegt darin, dass er dem Pericardium als seröser Haut eine selbständige, von den Organen und Systemen, an welchen es sich als Grenzschicht findet, völlig unabhängige Anlage giebt und das Zellenmaterial für dieselbe gewisser Maassen aus

einem Fluidum, aus dem späteren Liquor pericardii, sich zusammen sammeln lässt. Diese Ansicht unterstützt allerdings die in der Anatomie gebräuchliche Vorstellung der serösen Häute als geschlossene Beutel, in welche sich die Organe einstülpen und von welchen sie überzogen werden; sie ist aber entschieden unrichtig, da es auf das Genaueste nachzuweisen ist, dass die serösen Häute als Grenzschicht an den freien Flächen jener Organe und Systeme sich bilden, an welcher sie sich, wie man sagt, als Ueberzug befinden, und dass sie keine selbstständigen Anlagen besitzen.

Wenden wir uns nun zum *eigentlichen Blutgefässsystem*, in welchem bei Fischembryonen der erste Kreislauf zu verfolgen ist, so wird bei Beantwortung der Frage, welche von den Bestandtheilen desselben zuerst gebildet werden, sehr wesentlich in Betracht zu ziehen sein, dass unter den obwaltenden Umständen gewisse Bezirke des Gefässsystems der Beobachtung und Präparation leichter zugänglich sein können, als andere, und dass also aus dem Sichtbarsein und Unsichtbarsein allein weder zu Gunsten noch zu Ungunsten einer früheren oder späteren Bildung derselben geschlossen werden darf. Beim Hühnchen bestand lange die Controverse, ob zuerst das Herz oder die ersten Gefässe mit dem Inhalt in der Area vasculosa entstehen, und dass der Streit sich um diese beiden Punkte drehte, findet seine Erklärung darin, dass das Studium der Bildung des Gefässsystems daselbst dem Beobachter am zugänglichsten ist. Eine genaue Untersuchung stellt heraus, dass um dieselbe Zeit, wann das Herz in der Bildung begriffen ist, auch die Anlagen der Gefässe in der Area vasculosa wahrgenommen werden können, und dass also beide Theile des Gefässsystems gleichzeitig auftreten. Inzwischen wäre es voreilig, nunmehr behaupten zu wollen, dass das Herz und die ersten Gefässe in der Area vasculosa früher, als die, beide Theile verbindenden Bahnen entstehen, da bei Erwägung aller Umstände, die bei der Beobachtung solcher Embryonen obwalten, es Jedem einleuchten muss, dass diese Bahnen, auch wenn sie zugleich mit dem Herzen und den Gefässen in der Area vasculosa auftreten, sich gar zu leicht der Untersuchung sowohl mit Hilfe des Mikroskopes, als mit der Loupe entziehen können. Es wäre anders, wenn der Embryologe nachweisen könnte, dass an der Stelle, wo später ein Gefäss erscheint, und wo dasselbe anfangs nicht sichtbar ist, ein anderer Bestandtheil läge, der in keiner Weise als das schon in der Bildung begriffene Gefäss gedeutet werden könne. Ich glaube nicht, dass ein vorsichtiger Embryologe zu einem solchen Ausspruche sich entschliessen werde, und halte es nach meinen Erfahrungen für das Wahrscheinlichste, dass das Herz und alle bei dem ersten Blutkreislauf betheiligten Gefässe gleichzeitig sich bilden und entstehen.

Bei Fischembryonen verhält sich die Sache völlig in gleicher Weise. Von den Bestandtheilen des ersten Blutgefässsystems markirt sich zuerst das Herz und zwar wegen seiner Lage im Pericardium; ziemlich zu gleicher Zeit wird auch der gemeinschaftliche Sinus der Körpervenen dem Beobachter sichtbar. Von den übrigen Gefässen werden einige erst wahrgenommen, wenn im Blutstrom auch deutlich Blutkörperchen mitgeführt werden, so beim Hecht die Gefässe in den Bauchplatten (Couche hématogène V. etc.), desgleichen auch die Vena caudalis inferior; andere machen sich unter den obwaltenden Umständen selbst dann schon bemerkbar, wenn im Blutstrom die Blutkörperchen fehlen oder doch sehr selten sind, so die Aorta, welche sich durch einen

lichten, unterhalb der Wirbelsäule hinziehenden Streifen zu erkennen giebt. Allein ich bin weit entfernt, behaupten zu wollen, dass die einzelnen Bestandtheile des ersten Blutgefässsystems in der Reihenfolge, in welcher sie mir der Beobachtung zugänglich geworden sind, auch wirklich sich gebildet haben; ich habe vielmehr öfters beobachtet, dass bei Fischembryonen, bei welchen das Herz nur langsame, wurmförmige Contractionen vollführte und keine Spur von dem übrigen Blutgefässsystem sichtbar war, plötzlich alle Gefässe sich markirten, sobald die Contractionen kräftiger und häufiger wurden und nunmehr auch Blutkörperchen im Strome auftraten. Daher ist auch für die Fischembryonen das Wahrscheinlichste, dass das Herz und alle Theile der ersten Bluthahn sich gleichzeitig bilden, Allein richtig ist, dass das Herz zuerst und am auffälligsten sichtbar wird, während die übrigen Gefässe theils wegen ihrer verdeckten Lage, theils wegen der geringen Ausbildung der Gefässwandungen und des Blutes sich der Beobachtung entziehen und erst dann für uns sichtbar werden, wenn die Blutcirculation im Gange ist und namentlich auch Blutkörperchen mit dem Strome fortgeführt werden.

Es fragt sich nun, *in welchen Theilen des Embryo wird das Herz und das erste Blutgefässsystem gebildet und ist die Aufstellung einer Couche hématogène* (Vogt) *oder eines Gefässblattes gerechtfertigt?*

Zur Beantwortung dieser Frage ist es nothwendig, die *morphologischen Verhältnisse des Fischembryo kurz vor dem Erscheinen der ersten Blutcirculation* und *während der letzteren* sich zu vergegenwärtigen Der Fischembryo stellt anfangs noch im Allgemeinen eine Kugel dar, indem der durch Vereinigung der Rückenwülste gebildete Rücken des Embryo nur im geringen Maasse über die Oberfläche der Kugel sich erhebt. An dieser Kugel lassen sich mit Rücksicht auf die an ihr bereits sichtbaren embryonalen Anlagen eine Rücken- und eine Bauchseite, ein Kopf- und Schwanzende unterscheiden. Auf der Rückenfläche ist der in Form eines Halbringes an der Kugel hinziehende Rücken des Embryo's bemerkbar. Schon an unveränderten, besser noch an Durchschnitten erhärteter Embryonen lässt sich die voluminöse Kernmasse, der Nahrungsdotter, und die ihn umgebende, hautartige, an der Rückenfläche in einem halbringförmigen Streifen verdickte Schale oder Hülle erkennen, in welcher die schon vorhandenen embryonalen Gebilde und der noch nicht verbrauchte Bildungsdotter enthalten sind. Man kann an dieser Schale mit Genauigkeit folgende Bestandtheile nachweisen. Die äusserste Schicht ist die epitheliumartig beschaffene Umhüllungshaut*), die, wenn keine Hemmungsbildung vorliegt, einen geschlos-

*) Ich habe den Namen „Umhüllungshaut" für die in Rede stehende, epitheliumartig gebildete Schicht beibehalten, obgleich sie dieselbe Lage, wie die Epidermis, hat und möglicher Weise, — was sich jedoch nach meinem Dafürhalten nicht mit Zuverlässigkeit behaupten lässt, da die Cutis ihre besondere, selbständige Anlage besitzt, — die Anlage der Epidermis in ihr enthalten ist. Meine Gründe sind folgende: 1) die Umhüllungshaut erscheint bei allen Wirbelthieren nicht allein sehr frühzeitig als erste Anlage des Bildungsdotters, sondern auch in gewisser Unabhängigkeit von denjenigen Anlagen, welche den embryonalen Organismus constituiren. Bei den Säugethieren, insbesondere beim Kaninchen, welches seine Entwickelung bis zur Geburt in etwa 4 Wochen absolvirt, repräsentirt sie in Form der sogenannten Keimblase mit dem Reste des Bildungsdotters durch 3 volle Tage den Embryo ganz allein und wächst in dieser Zeit bedeutend. Die dann eintretende Sonderung für die Anlagen der eigentlichen Primi-

senen, kugelförmigen Sack bildet. Unter ihr liegt eine zweite Schicht, die sich jedoch nur unterscheiden lässt, wenn man die Umhüllungshaut abtrennt und die Innenfläche betrachtet. Ihre dicht gedrängt aneinander liegenden, rundlichen, gekernten Zellen sind kleiner, als die in der Umhüllungshaut; sie haben im Mittel einen Durchmesser von $^1/_{450}$''' P., sind ausserordentlich durchsichtig, enthalten jedoch feine, moleculäre Körnchen, die ihnen ein leicht granulirtes Ansehen gewähren. Diese Schicht ist leichter an der ganzen Bauchfläche nachzuweisen; sie bedeckt hier unmittelbar, ohne Zwischenglied, den Nahrungsdotter. Nach dem Rücken hin habe ich sie einige Male auf dem Uebergange zur Aussenfläche des Wirbelsystems verfolgen können, doch ist ihre Anwesenheit daselbst auch aus den weiteren Entwickelungsvorgängen leicht zu entnehmen. Die fragliche Schicht nämlich entwickelt sich zur Cutis; ob auch die Epidermis, unter dem allmäligen Hinschwinden der Umhüllungshaut, die unabhängig von der Anlage der Cutis sich bildet, aus ihr hervorgehe, mag vorläufig dahin gestellt bleiben; in Betreff des Corium's habe ich nicht die geringsten Zweifel. Eine schwierig zu ermittelnde Thatsache ist die, ob diese Schicht schon gegenwärtig einen völlig geschlossenen Sack formirt, doch ist die Entscheidung dieser Frage von geringem Werthe für die späteren Mittheilungen. Die übrigen Bestandtheile der in Rede stehenden Schaale sind in grösserer oder geringerer Ausbreitung auf die Rückenfläche der Kugel beschränkt und stellen daselbst die halbringförmige Verdickung derselben dar. Man sieht hier das Wirbelsystem mit der *Chorda dorsualis.*

tivorgane des Wirbelthiers erfolgt in bestimmter Reihenfolge, aber ohne irgend eine Unterbrechung; in 48 Stunden ist sie nicht allein vollendet, sondern es ist auch die Grundform des Wirbelthiers im Wesentlichen gegeben: 2) Bei allen Wirbelthieren bekleidet die Umhüllungshaut diejenige Fläche des Centralnervensystems, welche der Höhle zugewendet ist, und dies passt nicht zur Epidermis 3) Bei den höheren Wirbelthieren bildet sie zu einer gewissen Zeit die Decke der Area vasculosa' und der Nabelblase, einer Dependenz des Darmcanals, desgleichen der Allantois, eines nur nach aussen hervorgetretenen Organs der Bauchhöhle, und befindet sich so in einer Lage und Function, die der eigentlichen Epidermis fremd ist. 4) Als v. Baer's sogenannte seröse Hülle stellt sie einen Sack dar, in welchem der Embryo mit seinen eigenen Hüllen und Dependenzen (Amnios, Nabelblase, Allantois) so frei und selbstständig enthalten ist, dass sie die an der Oberfläche gelegenen Furchen nicht auskleidet, sondern über denselben sich hinwegspannt. 5) Sehr auffallend und beachtungswerth ist die während der Entwickelung oft auftretende Veränderung ihres Lageverhältnisses zu den Theilen und Organen, welchen sie als Decke dient. Es ist dieselbe Stelle der Umhüllungshaut, welche, z. B. beim Hühnchen, anfangs den Nahrungsdotter deckt und später als Hülle der Area vasculosa erscheint, darauf sich über das Amnios spannt und endlich so zu sagen das Epithelium der Allantois wird. Dieses sind Eigenschaften, die sich weder bei der Epidermis, noch überhaupt bei einem Epithelium wiederfinden; ja, man kann sagen, sie widersprechen dem Begriff oder der Vorstellung, die wir mit diesen Gebilden verbinden. Aus den angeführten Gründen, denen ich noch andere, sehr wichtige, aber nur im Zusammenhange verständliche Gründe aus der Entwickelungsgeschichte des Meerschweinchens hinzufügen könnte, halte ich mich vollkommen berechtigt, den Namen „Umhüllungshaut" für das in Rede stehende embryonale Gebilde beizubehalten. Bei Beurtheilung der Bedeutung der Umhüllungshaut darf man nicht einseitig Gewicht darauf legen, dass sie eine epitheliumartige Beschaffenheit hat, oder darauf, dass sie zu einer gewissen Zeit und mit einem Theile das Centralnervensystem auskleidet und die Cutis überzieht; man muss vielmehr das ganze Verhalten derselben während der Entwickelung des Wirbelthieres von dem ersten Auftreten an in Rechnung bringen. Auf diesem Standpunkte überzeugt man sich leicht, wie unpassend es war, dass Remak sie mit der Anlage des Centralnervensystems verschmolz und daraus sein sensibles oder Hornblatt machte, und dass sie weder für ein gewöhnliches Epithelium noch für die Epidermis gehalten werden darf. Selbst für den Fall, dass der Uebergang eines Theiles ihrer Zellen in die Epidermis der Cutis sicher ermittelt wäre, würde es dennoch, mit Rücksicht auf ihr Gesammtverhalten in der Entwickelung des Wirbelthieres, mindestens ebenso unangemessen sein, sie Anlage der Epidermis zu nennen, wie die Allantois Anlage der Harnblase. —

Am Wirbelsystem ist die Spinalröhre gebildet, die untere oder Visceralröhre dagegen weder am Kopfe, noch am Rumpfe irgendwo geschlossen; ausserdem sind 12 — 15 Wirbelabtheilungen jetzt schon bemerkbar. Die Spinalröhre enthält das Centralnervensystem mit dem bereits in 3 Abtheilungen geschiedenen Gehirne; Auge und Gehörbläschen sind deutlich in der Entwickelung begriffen.

Anderweitige, embryonale Anlagen, insbesondere die Anlagen für die Primitiv-Organe, welche in der Visceralröhre liegen, sind um die gegenwärtige Zeit nicht nachzuweisen. Statt dessen bemerkt man an der ganzen unteren Fläche des Wirbelsystems, unter der *Chorda dorsualis* und den noch rudimentären Visceralplatten etc., eine verhältnissmässig dünne Schicht von gekernten, locker beisammenliegenden Zellen; dieses ist der Rest der noch nicht verbrauchten Bildungsdotterzellen, das Bildungsmaterial der in der Visceralröhre eingeschlossenen Organe. Zu den Seiten grenzt diese Zellenschicht an die Anlage der Cutis, welche den Nahrungsdotter unmittelbar bedeckt; über den letzteren hinweg ist keine Spur von ihr zu finden. Ihrer Lage nach müsste sie die Rückenfläche des Nahrungsdotters unmittelbar bedecken. Das ist jedoch nicht der Fall; es befindet sich vielmehr zwischen ihr und der Rückenfläche des Nahrungsdotters ein mit Flüssigkeit gefüllter Hohlraum, der an erhärteten Embryonen als Rückenfurche der Nahrungsdotterkugel sich darstellt. (Vergl. m. Abh. Müll. Arch. 1855 tab. III. Fig. 7. 8.). Man hat sich also vorzustellen, dass die bezeichnete Schicht von Bildungsdotterzellen, und über ihr das ganze Wirbelsystem und der Rücken des Embryo, brückenartig über die genannte, von Flüssigkeit erfüllte Furche hinwegzieht. Es ist dieser Hohlraum bei den Fischembryonen auch von Vogt und ebenso von Aubert ganz übersehen worden; ich selbst habe in der eben erwähnten Abhandlung geglaubt, dass die bezeichnete Rückenfurche an der erhärteten Nahrungsdotterkugel von einem Eindruck durch den Embryo herrühre. Bei mikroskopischer Untersuchung lebender Embryonen ist die Höhle um die gegenwärtige Zeit entweder gar nicht, oder doch nur unterhalb des Kopfes bei der Seitenlage zu erkennen; in früheren Entwickelungsstadien kann sie dem aufmerksamen Beobachter kaum entgehen*). Aus der obigen Mittheilung geht demnach hervor, dass in der häutigen Kapsel

*) Die den Hohlraum erfüllende Flüssigkeit ist sehr wasserreich, enthält Spuren einer in Spiritus flockig gerinnenden, eiweissartigen Substanz und stellt das erste Excret dar, welches während der Entwickelung des Eies sichtbar wird. Die Bildung des Hohlraumes ist mit dem Auftreten des Excretes gegeben, und dieses fällt bereits um die Zeit, wenn, wie man sagt, der Keim, richtiger die Umhüllungshaut die Dotterkugel zu umwachsen beginnt und noch nicht bis zur Hälfte angelangt ist. Bei allen übrigen Wirbelthieren tritt um dieselbe Zeit ein ähnliches Excret auf und bewirkt, dass das aus dem Furchungsprocess als solider Körper hervorgegangene Ei bei der Ausbildung der Umhüllungshaut zu einem Hohlkörper wird. Die An- und Abwesenheit des Nahrungsdotters, die Beschaffenheit desselben, auch das Volumen des Keims oder Bildungsdotters sind Umstände, unter welchen sich ein und dieselbe Entwickelungserscheinung verschieden an den Eiern oder Embryonen ausprägt. Das Säugethierei erlangt durch dieses Excret unter Vermittelung der Umhüllungshaut die Form der sogenannten Keimblase. Bei den nackten Amphibien ist der unter der allmäligen Ausbildung der Umhüllungshaut sich einstellende Hohlraum des Eichens schon längst bekannt. Bei beschuppten Amphibien und Vögeln ist die, während der Ausdehnung der Umhüllungshaut zwischen dem Rest des Bildungsdotters (Keim) und dem Nahrungsdotter sich bildende Höhle gleichfalls bekannt; allein die Begrenzung nach dem Nahrungsdotter hin ist nicht so bestimmt, wie bei Fischeiern, da die Flüssigkeit sich mit dem Nahrungsdotter theilweise vermischt. Der Hohlraum schwindet später, wenn sich das Excret verliert, und hat namentlich Nichts mit der Bildung des Darmcanals zu schaffen, wozu er allerdings unlängst benutzt worden ist.

der Embryo bereits in der Grundform des Wirbelthiers vorliegt, dessen weite, kugelförmige, hauptsächlich von der Cutis mit der Umhüllungshaut gebildete Visceralröhre jedoch nur das Bildungsmaterial für die Eingeweide und ausserdem den voluminösen Kern, den Nahrungsdotter enthält.

Der kugelförmige Embryo verändert in der Folge während der Ausbildung des Blutgefässsystems und der Baucheingeweide sehr merklich seine allgemeine Form; er wird, wie v. Bär sagt, birn- und retortenförmig. (Vergl. Fig. I. u. 4.) Diese Formveränderungen sind theils dadurch bedingt, dass am hinteren Ende der hervorwachsende Schwanz, vorn, unter Entwickelung der Mund- und Rachenhöhle, der Kopf von der Dotterkugel, wie man sagt, sich abhebt, theils aber auch durch das Verhalten des Nahrungsdotters. In letzterer Beziehung finden sich Unterschiede bei verschiedenen Fischen. Beim Hecht (Fig. 4.) und nach den Zeichnungen Vogt's zu urtheilen, auch bei *Coregonus Palaea*, hebt sich nicht allein der Schwanz, sondern auch der anstossende Theil des Rumpfes, der den gebildeten Afterdarm und die Ausführungsgänge der Müller-Wolff'schen Körper enthält, von der Dotterkugel ab. Die Dotterkugel selbst zieht sich in die vordere Abtheilung der Bauchhöhle zurück; sie liegt etwa da, wo die Leber, der Magen, die Schwimmblase sich bildet und sendet nur einen kurzen spitzen Fortsatz in die hintere Abtheilung der Bauchhöhle hinein. Bei *Blennius viviparus* und anderen Fischen hängt die Dotterkugel als sogenannter äusserer Dottersack an dem Bauche in dieser Gegend. Bei den *Cyprinoiden* dagegen hebt sich nur der Schwanz von der Dotterkugel ab. (Fig. 1.) Letztere nämlich scheidet sich durch eine mittlere Einschnürung in 2 Theile. Der vordere Theil bleibt mehr kugelförmig und nimmt denselben Platz ein, den die ganze Dotterkugel bei den zuerst genannten Fischembryonen innehält; der mit ihr zusammenhängende hintere Theil dagegen wird allmälig cylindrisch und bleibt in der hinteren Abtheilung der Bauchhöhle liegen, wo er sich bis zu der, am Ende derselben sich entwickelnden Oeffnung für die Ausführungsgänge der Müller-Wolff'schen Körper und bis zum Orificium ani erstreckt. Im ersten Falle kommt es, wie bemerkt wurde, zuweilen vor, dass derjenige Bezirk der Bauchhöhle, welcher die Nahrungsdotterkugel enthält, von dem übrigen Theile als sogenannter äusserer Dottersack oder Nabelblase sich abschnürt, im zweiten scheint dieses niemals einzutreten. Der vordere kuglige Theil des Nahrungsdotters nimmt vielmehr stärker, als der hintere cylindrische an Volumen ab, und der dann keulenförmige Nahrungsdotter bleibt bis zum gänzlichen Hinschwinden neben den Baucheingeweiden in der Bauchhöhle liegen. Man spricht hier, sowie auch in dem ersteren Falle, — wenn, wie beim Hecht, der ganze Nahrungsdotter nur in der vorderen Abtheilung der Bauchhöhle neben Magen, Leber etc. seine Lage bis zum Verschwinden beibehält, — von einem inneren Dottersack. Ob der Name „Dottersack", der bei den höheren Wirbelthieren seine bestimmte, embryologische Bedeutung hat, überhaupt oder doch wenigstens bei den von mir untersuchten Fischen zweckmässig gewählt sei, darüber werde ich alsbald Gelegenheit haben, mich näher auszusprechen.

Die *Bestandtheile der ersten Blutbahn* nun, deren Bildungsstätte *mit Rücksicht auf die neuerdings versuchte Aufstellung eines Gefässblattes bei den Fischembryonen* näher zu

besprechen ist, sind folgende: das *Herz*, die *Aorta*, die *Vena caudalis inferior*, die *Venae cardinales* oder *vertebrales posteriores*, die *Couche hématogène* und das spätere Gefässnetz an derselben Stelle beim Hecht etc., die *venösen Querstämme* oder *Sinus transversi Cuv.*, endlich der *gemeinschaftliche Sinus sämmtlicher Körpervenen.* Die später auftretenden *Vasa intervertebralia*, die *Venae jugulares* etc. kommen bei der vorliegenden Frage nicht in Betracht, da über ihre Bildung in den schon vorhandenen Organen selbst keine Zweifel obwalten können, und also von einem besonderen Gefässblatt für sie nicht die Rede sein darf.

In Betreff der zuerst genannten Gefässe vereinigen sich wohl sämmtliche Beobachter in der Angabe, dass das Herz, die Aorta, der gemeinschaftliche Sinus der Körpervenen und die Sinus transversi Cuv. ihre Bildungsstätte und ihr Bildungsmaterial in der zwischen dem Wirbelsystem und dem Nahrungsdotter ausgebreiteten Schicht übrig gebliebener Bildungsdotterzellen und zwar zugleich mit anderen Organen der Bauchhöhle finden. Sehr schwierig ferner ist es zu entscheiden, ob die Venae cardinales oder vertebrales posteriores entweder ebendaselbst oder in der Anlage der Visceralplatten sich bilden. Mit Sicherheit endlich lässt sich die Bildungsstätte der Vena caudalis inferior und der Couche hématogène oder des Gefässnetzes an der Aussenfläche des Nahrungsdotters wenigstens beim Hecht bestimmen. Vogt giebt in dieser Beziehung an, dass zur Zeit der Entstehung seiner Couche hématogène eine besondere Zellenschicht auf dem Nahrungsdotter sich nachweisen lasse, die in früheren Entwickelungsstadien fehle und wahrscheinlich mit der Epidermis (Umhüllungshaut) verschmolzen (!) sei. (*Embryologie des Salmones* p. 163). Aubert spricht, wie bereits angegeben, von einer Zellenschicht, die als Fortsetzung der unter der Wirbelsäule gelegenen Bildungsdotterzellen über den Nahrungsdotter hinweg anzusehen sei und als Gefässblatt gedeutet werden könne. Hinsichtlich der Vena caudalis inf. finden sich keine näheren Angaben. Es liegt aber zunächst die Vena caudalis inf., welche oft als Gefässnetz auftritt, ausserhalb und unter der Vereinigungsstelle der Visceralplatten des Wirbelsystems am Schwanze, grade an der Stelle, wo sich daselbst die embryonale Flosse inserirt; sie liegt also ausser aller Verbindung mit der Bildungsdotterzellenschicht unter der Wirbelsäule und kann nur entweder in den Visceralplatten des Wirbelsystems oder in der sie überziehenden Anlage der Cutis entstanden sein.

Die anfangs lacunenartig, später als Gefässnetz auftretende Couche hématogène befindet sich in den Wänden, welche gegenwärtig die Bauchhöhle bilden. Ich habe bereits angegeben, dass die Bauchwände um die Zeit, wenn das erste Blutgefässsystem auftritt, hauptsächlich aus der Umhüllungshaut und einer von mir als Anlage der Cutis gedeuteten Zellenschicht bestehen. Die Umwandlung dieser Zellenschicht in die Cutis ist durch alle Stadien zu verfolgen; sie macht sich aber frühzeitig durch das Erscheinen der sternförmigen Pigmentzellen bemerkbar, die bei Fischen in der Haut so häufig sind, und ausserdem in der Bauchhöhle nur noch an der die Wände überziehenden Peritonealschicht angetroffen werden. Durch diese Pigmentzellen werden wir auch in der leichtesten Weise von der Lage der Couche hématogène unterrichtet. Die in dem Strom befindlichen Blutkörperchen bewegen sich keineswegs stets so, wie Aubert angiebt, dass die Pigmentzellen von Aussen

her sie decken, sondern man sieht dieselben unzweideutig auch nach Innen von den vorüberziehenden Blutkörperchen gelagert. Der Blutstrom geht also mitten durch die Substanz, welche die sternförmigen Pigmentzellen enthält, und diese kann gegenwärtig, wo jede Musculatur in dieser Gegend fehlt, nur als Cutis gedeutet werden. Dieselbe Thatsache lässt sich auch durch Untersuchung blosgelegter Bauchwände, in welchen Blut stagnirt, feststellen. Die Couche hématogène ist demnach unzweifelhaft in den embryonalen Bauchwänden, insbesondere in der Cutis gelegen und muss in derselben auch entstanden sein. Jeder Embryologe, der die Membran, in welcher die Gefässe der Area vasculosa höherer Wirbelthierembryonen sich befinden, aus eigener Untersuchung kennt, wird sofort von einem Vergleich der Couche hématogène mit der Area vasculosa in anatomischer Beziehung abstehen, obschon nicht zu bezweifeln ist, dass beide in ihren Leistungen Uebereinstimmungen besitzen. Dagegen wird man sich erinnern, dass auch in den embryonalen Bauchwänden der höheren Wirbelthierembryonen Gefässnetze auftreten, in welchen das Blut theils von den hinteren Theilen des Embryo, theils auch aus der Area vasculosa zum Herzen abgeführt wird; Rathke sowohl, als auch Bischoff haben ihrer noch besonders gedacht; mit diesem Gefässnetze lässt sich die Couche hématogène vergleichen. Von den Gefässen erwachsener Wirbelthiere möchten zwei zum Vergleich herbeigezogen werden können: die Venae epigastricae superficiales und die Vena abdominalis anterior nackter Amphibien. Für den Vergleich mit der letzteren spricht besonders der Umstand, dass die Gefässe der Couche hématogène vor ihrer Einmündung in den gemeinschaftlichen Sinus der Körpervenen mit der später auftretenden Leber Verbindungen zu unterhalten scheinen.

Durch den Nachweis, dass die Couche hématogène in den embryonalen Bauchplatten gelegen ist, sind wohl bereits die Hoffnungen derjenigen Forscher zerstört, welche durch den unpassenden Vergleich mit den Gefässen in der Area vasculosa höherer Wirbelthierembryonen zur Aufstellung, um nicht zu sagen, Rehabilitirung des sogenannten Gefässblattes bei Fischembryonen verleitet worden sind. Inzwischen ist die *angeregte Frage* dadurch noch nicht völlig entschieden; sie hat eine *breitere Unterlage*. Die blattförmige Anlage höherer Wirbelthierembryonen, welche zur Auffassung eines Gefässblattes in der Blättertheorie geführt hat, zeigt noch andere Eigenthümlichkeiten, als die, die Area vasculosa zu entwickeln; letztere kann fehlen oder vielleicht nicht bei allen Fisch-Embryonen zur Ausbildung gelangen, und erstere können vorhanden sein und uns, wenn auch nicht zur Aufstellung eines Gefässblattes, so doch zur Aufnahme einer Anlage bei Fischembryonen nöthigen, welche sich mit der bezeichneten blattförmigen Anlage höherer Wirbelthierembryonen vergleichen lässt.

Um auf die angeregte Frage in dieser breiten Grundlage näher eingehen zu können, bin ich genöthigt, die *Geschichte des Gefässblattes in der Blättertheorie* kurz ins Gedächtniss zurückzurufen. Bei der ersten Auffassung der Blättertheorie fand bekanntlich das Gefässblatt keine Stelle. Das Gefässblatt wurde als drittes Keimblatt neben dem animalen und vegetativen zuerst, soweit mir bekannt, in Burdach's Physiologie eingeführt, und es ist wohl nicht zu läugnen, dass die Area vasculosa den Weg dazu geebnet hatte. In den Schriften der Embryologen von Fach finden sich

Angaben, welche die Aufstellung eines solchen Gefässblattes, ja wohl die ganze Blättertheorie verdächtigen. K. E. von Bär sagt ausdrücklich (Entwickelungsgesch. Bd. I. p. 20), dass es ihm schiene, als ob der Inhalt der Rückenplatten (d. h. nach ihm die Fleisch- und Hautschicht) dem Gefässblatte angehöre. H. Rathke hat später hervorgehoben, dass aus der Gefässschicht auch die Muskelschicht des Darms sich bilde. Th. Bischoff wollte im Fruchthofe ein besonderes Gefässblatt gar nicht bemerkt haben. Gleichwohl wurde die Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere mit Aufrechterhaltung der drei Keimblätter bearbeitet und hat sich in solcher Gestalt aus offenbar liegenden Gründen erhalten. Wer jedoch den neueren Untersuchungen auf dem Gebiete der Entwickelungsgeschichte gefolgt ist, wird sich überzeugt haben, dass in Betreff der ersten aus dem Bildungsdotter durch Sonderung hervorgegangenen blattförmigen Anlagen des höheren Wirbelthieres bereits eine gesicherte Basis erlangt ist. Nachdem Remak durch seine Beobachtungen am Froschembryo gezwungen gewesen ist, eine gesonderte, mit der Umhüllungshaut in Verbindung stehende Schicht oberhalb des Centralnervensystems anzuerkennen, so ist, allerdings wider seinen Willen, über das Schicksal seines so problematischen horn- und sensiblen Blattes entschieden worden. Wir haben demnach als erste blattförmige Anlagen: die epitheliumartige Umhüllungshaut, sodann im Fruchthofe unmittelbar unter derselben die Anlage des Centralnervensystems, welche beide zusammen vorzugsweise, wenn auch nicht ausschliesslich, dem serösen oder animalen Blatte der Blättertheorie angehören; ferner die Anlage, welche sich in das Epithelium des Darmcanals etc. verwandelt, und die von Remak das trophische Blatt genannt wird (wahrscheinlich das Schleim- oder vegetative Blatt älterer Embryologen); endlich die zwischen dem Centralnervensystem und der Anlage des Darmepithels gelegene Bildungsdotterzellenschicht, aus welcher unter immerhin beschränkter Betheiligung des Darmepithels alle noch fehlenden Organe und Systeme des Wirbelthierkörpers sich entwickeln. Die zuletzt erwähnte Schicht hat die Veranlassung zur Aufstellung des Gefässblattes gegeben; ich nannte sie das Stratum intermedium, Remak verwendet sie zur Einführung seines motorischen Blattes, obgleich nach seinen eigenen Beobachtungen auch andere, ebenso wichtige Bestandtheile, wie die Muskelfasern etc., in ihr gebildet werden, und obgleich die Entwickelung, wie C. F. Wolff und K. E. von Bär bereits lehrten, zunächst nicht nach histologischen Elementen, sondern nach den Primitivorganen des Körpers sich richtet. Ueber die Art und Weise, wie diese primären Anlagen des höheren Wirbelthiers sich weiter ausbilden und an der Entwickelung der primitiven Organe und Systeme des Körpers participiren, werden Controversen im Einzelnen wohl noch lange und immer sich geltend machen. Allein es ist doch ein günstiges Zeichen für die Richtigkeit der Sache, dass die Untersuchungen Remak's, der so offenbar bemüht gewesen ist, einen von dem v. Bär'schen und dem meinigen wesentlich abweichenden, typischen Entwickelungsplan der Wirbelthiere aufzunehmen, schliesslich auf die von mir vor 18 Jahren angegebenen primären Anlagen des höheren Wirbelthierembryo hinausführen, sobald sie von den theoretischen Anhängseln befreit werden. Das Eigenthümliche nun des Stratum intermedium, welches bei der eben angeregten Frage zu berücksichtigen ist, besteht darin: 1) dass es einen peripherischen Theil in der Area vasculosa entwickelt; 2) dass es mit seinem centralen Theil einen Abschnürungsprozess vollführt, der mehreren

aus ihr hervorgehenden Organen, nicht allein dem Darm, auch dem Herzen, der Leber etc., bei der Entwickelung derselben zu Gute kommt, und schliesslich das Auftreten des peripherischen Theiles als Nabelblase zur Folge hat; und endlich 3) dass es mit seinem centralen Theile bei der Bildung des Hohlraums der Rumpfhöhle (Pericardium, Pleura- und Peritoneal-Höhle), der gleichfalls auf die Entwickelung mehrerer, mit freien Flächen versehener Organe berechnet ist, sich betheiligt. (Die Bildung dieses Hohlraumes giebt sich, wie ich zuerst gezeigt habe, durch Ablösung der Amniosplatten von dem centralen Stratum intermedium zu erkennen *).

---

*) Es ist hier nicht der Ort, ausführlich auf die Entwickelungstheorie Remak's einzugehen, obgleich der Verfasser in der ihm eigenthümlichen Weise mich dazu auffordert. Das Verfahren Remak's gegen mich ist überdiess von der Art, dass Stillschweigen das Beste wäre; mit dem beliebten Deckmantel, dass er sich in meiner Schrift nicht habe zurechtfinden können, werden dem Leser sogar Ansichten und Beobachtungen daraus mitgetheilt, die darin nicht allein nicht vorkommen, sondern, die ich selbst durch hinzugefügte Anmerkungen zu beseitigen gesucht habe. Gern gebe ich zu, dass meine, vor 18 Jahren verfasste Schrift „das Entwickelungsleben etc." an manchen Mängeln leidet, und dass namentlich die darin mitgetheilten und selbst noch heute gültigen Beobachtungen unter einem Gewande verborgen liegen, die das Studium erschweren. Wer indess guten Willen und Liebe zur Sache mitbringt, der wird sie herauszufinden wissen; den besten Beweis dafür liefert der Auszug in J. Mueller's Physiologie. Im Interesse der Wissenschaft und auch vorliegender Mittheilungen ist es aber zu bedauern, dass es bisher nicht möglich gewesen, auch nur einen gleichartigen Standpunkt für die Auffassung und Beurtheilung des Entwickelungsplanes der Wirbelthiere zu gewinnen. Ein solcher Standpunkt darf sich nicht auf zufällig herrschende physiologische oder gar physiologisch-chemische Ansichten stützen wollen; denn die Entwickelungsgeschichte ist zur Zeit eine morphologische Disciplin und wird immerdar ihre beste Stütze an der Form behalten. Auf diesem Standpunkte haben wir vielmehr von der, durch C. F. Wolff und K. E. von Bär erwiesenen embryologischen Thatsache auszugehen, dass der Entwickelungsplan der Wirbelthiere nicht in dem Aufbau des Organismus aus histologischen Formelementen (Nervenfasern, Horn, Epithelien, Muskelfasern etc.), sondern an der Sonderung der Primitivorgane des Wirbelthier-Organismus seinen Ausdruck suchen und finden müsse, dass ferner hierin alle Wirbelthiere sich gleich zu verhalten haben, und dass demnach alle Entwickelungserscheinungen, die sich nicht auf den typischen Organisationsplan des Wirbelthieres durch die Primitivorgane beziehen und bald in den weiteren Grenzen der thierischen Bildung überhaupt oder in speciellen engeren sich bewegen, oder endlich auf organologische Knospenzeugungsprocesse hinauslaufen, von dem allgemeingültigen Entwickelungsplane des Wirbelthier-Organismus auszuschliessen sind. Aus diesen Gründen werden wir bei Auffassung dieses Entwickelungsplanes kein Gewicht auf den Furchungsprocess zu legen haben, schon deshalb nicht, weil derselbe bei allen Thieren vorkommt; auch darauf nicht, dass gewisse Primitivorgane in Blattform auftreten (Blättertheorie), weil dieses andere Primitivorgane, wie z. B. die Wolff'schen Körper, niemals thun, und weil ein und dasselbe Primitivorgan (z. B. Darm) bei einem Wirbelthier ursprünglich in Blattform, bei einem anderen (Frosch) als kugelförmige Anlage gegeben ist; ebenso darf bei dieser Frage der Anlage des Stratum intermedium, die sich nur bei gewissen Wirbelthieren als Uebergangsform des Bildungsdotters in eine Anzahl von Primitivorganen vorfindet, bei anderen dagegen fehlt, nur ein untergeordneter Werth beigelegt werden; u. s. f. Je weiter sich unsere embryologischen Erfahrungen ausbreiten, desto mehr wird sich herausstellen, welche Erscheinungen in den allgemeinen Entwickelungsplan des Wirbelthieres aufzunehmen sind, und welche zur Bildungsgeschichte eines thierischen Organismus überhaupt oder in die engen Grenzen vielleicht sogar der Species gehören. Sehr lehrreich ist für uns in letzterer Beziehung die Entwickelungsgeschichte des Meerschweinchens gewesen, und ich möchte einer Thatsache aus derselben hier um so lieber einen Platz einräumen, weil man zugleich eine tiefere Einsicht in den Werth und die Bedeutung eines Bildungsprocesses gewinnt, den man bisher, besonders von Seiten der Blättertheorie nur einseitig ausgebeutet hat. Die Allantois des Meerschweinchens entsteht, was schon Bischoff hervorhebt, früher als der Darm, ist ferner, wie ich mich zuverlässig überzeugte, niemals hohl, und es participirt an ihrer Bildung nur das Stratum intermedium, und in keiner Weise die Anlage des Darmepithels. Auf der anderen Seite ist es ebenso sicher, dass die Allantois bei vielen höheren Wirbelthieren, was ich bisher mit Unrecht in Abrede gestellt habe, unter der Form einer blasenförmigen Ausstülpung aus einer Anlage hervorwächst, die sich später in den Afterdarm verwandelt, und dass sich in diesem Falle an ihrer Bildung sowohl das Stratum intermed. als die Anlage des Cylinderepithels des Darms

Bei den von mir untersuchten *Fischembryonen* habe ich ebenso wenig, als beim Frosch, einen Zustand auffinden können, der eine völlig gleiche Parallele mit der primären, embryonalen Grundlage des höheren Wirbelthieres zu ziehen gestattete. Nachdem zuerst die Anlage für die Umhüllungshaut von dem Bildungsdotter sich gesondert, findet an der Keimstelle die Sonderung für die Anlage des Centralnervensystems Statt. Der Rest des Bildungsdotters unter dem Centralnervensystem sondert sich nun nicht in eine Anlage für das Stratum intermedium und in eine für das Darmepithel, sondern die Organe, welche aus dem Stratum intermedium allein oder unter Betheiligung des Darmepithels hervorgehen, erhalten ihre Anlagen durch eine, in bestimmter Zeitfolge oder auch gleichzeitig an verschiedenen Orten auftretende, directe Sonderung in dem Reste des Bildungsdotters; dahin gehören: die Cutis, das Wirbelsystem mit der Chorda dorsualis, das Herz mit den schon genannten Gefässen, die von mir entdeckten Müller-Wolff'schen Körper, der Darm etc.; nur die Allantois fällt bei Fischembryonen weg. Gleichwohl erleidet dadurch der typische Entwickelungsbergang der bezeichneten Organe keine wesentliche Abänderung. Der centrale Theil des Stratum intermedium mit der an seiner unteren Fläche ausgebreiteten Anlage des Darmepithels stellt ebenso das Bildungsmaterial für jene Organe, wie der übrig gebliebene, nicht weiter gesonderte Bildungsdotter der von mir untersuchten Fischembryonen; beide haben dieselbe Lage und Ausbreitung, und, wenn bei den höheren Wirbelthierembryonen die Anlagen der Cutis und des Wirbelsystems mit der Chorda dorsualis sich gebildet haben, so liegt das Stratum intermedium mit seinem centralen Theil gerade so unter dem Wirbelsystem, wie die in Rede stehende Bildungsdotterzellen-Schicht bei den Fischembryonen vor beginnender Entwickelung des Blutgefässsystems und der Organe, die in der Rumpfhöhle sich befinden.

Die einzelnen Sonderungsacte im Bildungsdotter für die Organe in der Rumpfhöhle, ja selbst deren erste Entwickelungs**fortschritte** konnte ich bei meinen Fischembryonen nicht genau verfolgen. **Dass aber hierbei ein Stratum intermedium nicht vermittelnd aufgetreten sein kann**, schliesse ich daraus, dass jene charakteristischen Entwickelungserscheinungen, in deren Grundlage die Einführung jener Anlage in die Entwickelungsgeschichte der höheren Wirbelthiere nothwendig gefordert wird, bei vorliegenden Fischembryonen sich mir nicht entziehen konnten und dennoch vergeblich von mir aufgesucht worden sind: ich rechne dahin besonders den peripherischen Theil des Stratum intermedium mit der Area vasculosa und den erwähnten Abschnürungsprocess desselben von dem centralen Theil mit der Bildung des Dottersackes und der Nabelblase. Der Nahrungsdotter der Embryonen des Hechtes und der von mir untersuchten Cyprinoiden *)

---

betheiligen. Hieraus folgt, 1) dass als der constante und nothwendige Mutterboden der Allantois nur das Stratum intermedium angesehen werden darf, und 2) dass an den Ausstülpungsbildungen primäre Anlagen, wie hier die des Darmepithels, Theil haben können, welche bei der Frage nach dem allgemeinen Entwickelungsplan der Wirbelthiere sich von ganz untergeordneter Bedeutung erweisen.

*) v. Baer nimmt für die Cyprinoiden einen wirklichen (inneren) Dottersack an und erwähnt gelegentlich einer engen Oeffnung, durch welche der später gebildete Darm mit dem Dottersack communicire. (Entwick. d. Fische: p. 19). Der Verf. hat aber eine Area vascul. nicht nachweisen können; auch war ein Abschnürungsprocess nicht zu verfolgen.

liegt zu allen Zeiten ganz frei in der Bauchhöhle, unterhält keine Verbindung mit dem Darm und ist nach aussen unmittelbar von den embryonalen Bauchwänden gedeckt. Von einem Dottersack kann bei diesen Fischen also nicht gut die Rede sein. Wie bei den Säugethieren ohne Nahrungsdotter sich Area vasculosa und Nabelblase vorfinden, die bei Vögeln und beschuppten Amphibien den Nahrungsdotter aufnehmen, so begegnen wir bei den von mir untersuchten Fischen einem Nahrungsdotter, ohne dass mit demselben zugleich die Area vasculosa, der Dottersack und die Nabelblase gegeben sind. Die Untersuchungen Rathke's bei den Embryonen von *Blennius viviparus*, sowie diejenigen J. Müller's u. A. bei den Hayen und Rochen beweisen übrigens, dass auch bei den Fischen ein Dottersack in Verbindung mit dem Darm vorkomme; es fragt sich jedoch, ob die Bildung desselben auf gleiche Weise, wie bei den höheren Wirbelthier-Embryonen zu Stande komme.

Das *Resultat der Untersuchungen* über die angeregte Frage ist demnach Folgendes:

Von den Bestandtheilen des ersten Blutgefässsystems bei den von mir untersuchten Fischembryonen finden nur das Herz, die Aorta, die Sinus transversi Cuv., der Sinus communis und vielleicht auch die Venae cardinales ihre Anlage direct im Bildungsdotter; die sogenannte Couche hématogène des Hechtembryos und die Vena caudalis inferior bilden sich in den embryonalen Bauchwänden, im Wirbelsystem und in der Cutis. Die Schicht von Bildungsdotterzellen, in welcher die zuerst genannten Gefässe entstehen, enthält zugleich das Bildungsmaterial für die Anlagen der Baucheingeweide; eine eigene, selbstständige Anlage in Blattform, welche das Bildungsmaterial jener Gefässe allein umfasste und die Aufstellung eines Gefässblattes bei den Fischen rechtfertigen könnte, ist nicht vorhanden; die Aufnahme eines Gefässblattes für das ganze erste Blutgefässsystem ist vollends unstatthaft. Es fehlen endlich bei unseren Fischembryonen die Area vasculosa, der Dottersack und eine aus diesem hervorgehende Nabelblase. Daher ist es auch nicht erlaubt, die Anlage des Stratum intermedium der höheren Wirbelthier-Embryonen, welche die unpassende Aufnahme eines Gefässblattes in die Blättertheorie veranlasst hat, in den Entwickelungsprocess unserer Fischembryonen einzuführen.

Die dritte Frage betrifft die *morphologische Beschaffenheit der Blutgefässe und des Blutes* bei der ersten Entstehung des Blutgefässsystems und um die Zeit, wann von mir die Blutbewegung studirt wurde.

Von den Gefässwandungen sind nur die des Herzens der Beobachtung mehr zugänglich, doch, was man daran sieht, ist sehr wenig geeignet, gewichtvoll in die Wagschale gediegener Erkenntnisse zu fallen. Nur sehr wenige Male ist es mir gelungen, das *Herz* in einem so frühen Zustande zu sehen, in welchem es zugleich mit seinem Inhalte aus Zellen bestand, die im Wesentlichen den gewöhnlichen Embryonalzellen glichen. Sobald die Contractionen beginnen, desgleichen selbst in der Zeit, wenn der einfache Schlauch des Herzens in die S Form sich verwandelt und später zwei, dann drei Abtheilungen (*Bulbus aortae, Ventriculus, Atrium*) ausgebildet hat, kann mit Zuverlässigkeit Folgendes über die morphologischen Verhältnisse der Herzwandung ausgesagt werden. An der freien Oberfläche befindet sich, wie auch frühere Beobachter bemerkt haben, eine Schicht lichter

gekernter Zellen, die in Halbkugeln frei hervortreten und dadurch den an der Randfläche sichtbaren, lichteren Streifen der Herzwandung bedingen. Gegen die Höhle des Herzens hin wird ferner die Substanz von einer dunkeln, gleichförmig hinziehenden Linie begrenzt; ihre Zeichnung kann durch adhärirende Blutkörperchen mehr oder weniger verwischt sein. In dem eigentlichen Parenchym der Wandung haben mehrere Beobachter deutlich Zellen erkennen wollen. Vogt erwähnt (a. a. O. p. 184), dass die Zellen in eine gelatinöse Intercellularsubstanz eingetaucht seien; ebenso lassen Lereboullet (Annal. d. sc. nat. 1854, Tom. I. p. 268) und Aubert (a. a. O. p. 348 sq.) die Herzwandung aus einer Anhäufung von Zellen bestehen und gedenken dabei, ebenso wie der zuerst genannte Autor, des auffälligen „Factums", dass dieser Zellenhaufe rhythmisch sich contrahire, obgleich an den Zellen selbst keine Veränderungen sichtbar seien. Ich habe mich vergeblich bemüht, in dem Parenchym der Herzwandung, sowohl beim Beginn der Contractionen, als auch in dem darauf folgenden, nächsten Entwickelungsstadium, wirkliche Zellen oder deren Derivate zu entdecken. Man sieht weder polyedrisch-begrenzte Zellen, wie man es erwarten müsste, wenn nur ein Zellenhaufen vorläge, noch Zellen in einer Intercellularsubstanz, noch überhaupt irgend welche deutlich abgegrenzte Contouren von Zellen, die als Derivate von den in der Anlage gegebenen Zellen gedeutet werden könnten. Als deutlich geformte Bestandtheile lassen sich in dem, ins Gelbliche hinüberspielenden, stellenweise schwach granulirten Parenchym der Wandung meist etwas in die Länge gezogene Kerne mit Kernkörperchen erkennen, die mit ihrer Längsaxe bald quer, bald längs, bald schräg gerichtet erscheinen. In der zwischen den Kernen gelegenen Substanz sind deutliche, auf bestimmte Zellenformationen bezügliche Linien nicht wahrzunehmen, doch ist es beim Hinblick auf das, was aus dieser Substanz sich entwickelt, nicht erlaubt zu behaupten, dass man es hier nur mit einer formlosen Grundsubstanz zu thun habe. Nach meinen Untersuchungen liesse sich also nur aussagen, dass die Contractionen des Herzens um die gegenwärtige Zeit durch eine Substanz vermittelt werden, deren Structur- und Textur-Verhältnisse, wie auch an vielen anderen Orten, uns nicht genügend bekannt sind, die aber aller Wahrscheinlichkeit nach ein Entwickelungsstadium der späteren Musculatur des Herzens darstellt.

Wie beschränkt auch unsere Kenntnisse von der morphologischen Beschaffenheit der Herzwandung sein mögen, so haben doch die freie Lage und die Contractionen des Herzens keine Zweifel über die wirkliche Existenz einer selbstständigen Wandung des Herzens aufkommen lassen; ja, man ist — mit welchem Recht, das wird sich bei der Blutgefäss-Bildung zeigen, — so weit gegangen, einen ersten Zustand des Herzens festzusetzen, in welchem es nur aus contractiler Substanz bestehe, keine Höhle enthalte, kein Blut oder Liquor sanguinis führe (Vogt: a. a. O. p. 185; ebenso Aubert). Bei den übrigen *Gefässen* dagegen, die keine freie Lage haben, auch nicht rhythmische und sichtbare Contractionserscheinungen verrathen, ist seit den älteren Zeiten, wo man noch fälschlich das Blut für das Bildungsmaterial des Embryo hielt, bis auf den heutigen Tag, die *Existenz selbstständiger Wandungen in Frage gestellt;* die embryonalen Gefässe sollen nur durch Blutmasse (mit oder ohne Blutkörperchen) vertreten sein, die in Lücken, Rinnen und Hohlräumen zwischen den übrigen Bestandtheilen des Embryo sich befinde. Dass durch das strömende Blut, sagt v. Baer,

erst die Wandungen allmählich werden, wie es Döllinger so unvergleichlich entwickelt habe (Denksch. d. Münch. Akademie Bd. VII.), möchte bei keinem anderen Embryo so vor Augen liegen, wie bei Fischembryonen. Die Gefässbahnen ferner werden durch Ausfurchung der geronnenen Substanz des Thierstoffes vorgeschrieben und seien also nicht ganz frei, was, im strengsten Wortsinne genommen, auch baarer Unsinn wäre; aber erst allmählich entstehe eine selbstständige Hülle des Blutstroms (a. a. O. p. 30). C. Vogt schreibt von den der Beobachtung am meisten zugänglichen Gefässen auf der Oberfläche des Nahrungsdotters: „Je m'assurai que ces espaces vides n'étaient pas entourés de parois particulières"; ebenso Aubert. Aus den Mittheilungen Vogt's über die Gefäss- und Blutbildung (a. a. O. p. 206) geht übrigens hervor, dass die Substanztheile der Organe, welche die Hohlräume der Gefässe umgrenzen, auch Zellenmaterial für die Blutkörperchen enthalten, denn er lässt solche Zellen aus der Wandung der Gefässräume sich ablösen und nun erst zu Blutkörperchen werden.

Wohl bei allen Embryologen ist die Ansicht über die morphologische Beschaffenheit der Gefässwandungen, und ob überhaupt eine selbstständige Wandung vorhanden sei oder nicht, innig mit ihrer Vorstellung von der Gefäss- und Blutbildung verbunden, und auf die letztere wiederum haben weniger directe Beobachtungen, als vielmehr gewisse Erscheinungen, wie blutkörperchenleere Ströme, Anhäufungen von Blutzellen (Blutinseln), Adhäsion der Blutkörperchen an der Gefässwandung, die als unvermeidliche Folgen einer noch mangelhaften Blutcirculation auftreten, influirt. Der nächste Abschnitt wird ausführlicher auf diesen Gegenstand einzugehen haben; hier wird sich auch zeigen, dass der am meisten wahrscheinliche Bildungsprocess embryonaler Gefässe mit ihrem Blute die Anlage selbstständiger Wandungen nothwendig einschliesst. Erwägt man übrigens, dass in einem späteren Entwickelungsstadium der Fischembryonen sämmtliche Beobachter die Existenz selbstständiger Wandungen der embryonalen Gefässe anerkennen, so scheint mir darin auch stillschweigend zugestanden zu sein, dass in den früheren Stadien das in der Entwickelung begriffene Bildungsmaterial als selbstständige Wandung der Gefässe vorhanden sein müsse. Oder sollen die Gefässwandungen die einzigen Bestandtheile des Körpers sein, die ihr Bildungsmaterial von den Anlagen anderer Bestandtheile zu entlehnen hätten? Gleichwohl muss man zugeben, dass die unmittelbare Beobachtung gesonderte Gefässwandungen in dem ersten Entwickelungsstadium nicht zu unterscheiden vermag. Man sieht zwar und überzeugt sich leicht, dass der Blutstrom seine ganz bestimmten Bahnen einhält und niemals auf unbestimmte Abwege geräth; auch lassen sich sehr bald an allen, mehr cylindrisch geformten Gefässräumen, wenn nicht zufällig Blutkörperchen adhäriren, scharf gezeichnete Linien wahrnehmen, mit der sich die umliegende Substanz gegen den Hohlraum abgrenzt; allein man sucht vergeblich nach Linien, durch welche die Gefässwände in einer bestimmten Dicke sich markiren oder von den Umgebungen sich absondern. Hieraus aber zu folgern, dass die embryonalen Gefässe überhaupt keine Wandungen besässen, dazu ist man unter den obwaltenden Umständen durchaus nicht berechtigt. Man muss vielmehr in Erwägung ziehen, dass um die gegenwärtige Zeit die Unterschiede der in der Entwickelung begriffenen, verschiedenen Bestandtheile überhaupt, und namentlich mit Rücksicht auf unsere Kenntnisse ihrer frühesten Entwickelungsveränderungen, noch

zu wenig ausgeprägt und für uns erkennbar sind, als dass sie unseren Augen zugänglich sein können. Man verlange auch von unseren bewaffneten Augen nicht mehr, als was sie unter den gegebenen Umständen zu leisten vermögen. Die schwache Unterlage obiger Folgerung tritt sofort zu Tage, sobald man sich über die Substanz, welche die Gefäss-Hohlräume begrenzt, genaue Rechenschaft abgeben will. Man erkennt dann bald, dass dieses vorläufig unmöglich ist, — und doch hat das Ableugnen selbstständiger Wandungen der Gefässe erst dann einen berechtigten Sinn, wenn man nachgewiesen hat, dass jene die Hohlräume begrenzende Substanz die Gefässwandung nicht sein könne, weil sie diesen oder jenen anderen Bestandtheil des Embryo darstelle. Dieses ist meines Wissens noch nicht geschehen. Nach meiner Ueberzeugung kann auch gegenwärtig an der Existenz wirklicher und zwar in der Entwickelung begriffener Wandungen der embryonalen Gefässe nicht gezweifelt werden, doch vermochte ich eine genaue Einsicht in die Structur- und Textur-Verhältnisse noch weniger, als beim Herzen, zu gewinnen. Man unterscheidet eine Substanz, in der sich hier und da Kerne markiren; elastisches Gewebe, Muskelfasern etc. werden noch nirgend erkannt. Gefässe von dünnerem Kaliber, wie die Vasa intervertebralia, gewähren ein mikroskopisches Bild, das ausserordentlich demjenigen entwickelter Capillaren gleicht, die im Parenchym der Organe eingebettet zur Beobachtung vorliegen.

Was die *Beschaffenheit des Blutes* in den ersten embryonalen Gefässen betrifft, so wissen wir seit Entdeckung der Zelle, dass die erste Anlage desselben aus Zellen bestehe, die sich von den gewöhnlichen, embryonalen Zellen nicht unterscheiden. Bei Fischembryonen soll nach C. Vogt und ebenso nach Aubert das erste Blut eine Flüssigkeit, der Liquor sanguinis, sein, und die Blutzellen, obschon von der Beschaffenheit, wie die embryonalen Zellen, erst nachträglich in den Liquor sanguinis hineintreten. Aus später mitzutheilenden Beobachtungen wird sich ergeben, wie diese unrichtige Ansicht entstanden ist, und dass auch bei Fischembryonen das erste Blut aus Zellen und nicht aus Flüssigkeit bestehe. Die anfangs runden gekernten, mehr pellucid und nur sehr schwach granulirten Zellen werden jedoch sehr bald durch Intercellularflüssigkeit (Liquor sanguinis) von einander getrennt, und der Liquor sanguinis ist demnach der Genesis gemäss als ein Ausscheidungsproduct der Blutzellen anzusehen, das aber allerdings beim beginnenden Kreislauf sich leicht von den Blutzellen abscheidet und die Gefässröhren allein zu füllen scheint. Nur eine kurze Zeit sind die Blutzellen farblos und rund; sobald der Kreislauf sich im vollen Gange zeigt, färben sie sich mehr und mehr roth, der Kern ist nicht mehr zu unterscheiden, ihre Gestalt ist linsenförmig; der grösste Durchmesser beträgt ungefähr $\frac{1}{170}$'''P. Die elliptische Begrenzung tritt erst später auf; desgleichen sind um die gegenwärtige Zeit keine weissen Blutkörperchen wahrzunehmen.

Wir wenden uns schliesslich zur *vierten Frage: wie bilden sich die Blutgefässe und das Herz als Hohlkörper, und wie das Blut?*

K. E. von Baer sagt in seinen Untersuchungen über die Entwickelung der Fische (p. 19), er habe sich von Neuem überzeugt, wie rasch diejenigen verfahren, welche ohne lange Uebung über den in Rede stehenden, vielleicht schwierigsten Gegenstand, so bestimmt aburtheilen, und genau angeben, wo und wie Blutbildung und Blutbewegung zuerst sich zeige, und die Wahrheit dieses

Ausspruches bestätigt sich noch heut zu Tage recht oft. Indem ich selbst dieses Labyrinth betrete und zunächst mich an das Herz und die ersten embryonalen Gefässe halten werde, muss ich von Vornherein bekennen, dass die Fischembryonen meine Kenntnisse über die Blut- und Gefässbildung weniger dadurch gefördert haben, dass sie die unmittelbare Beobachtung dieses Bildungsprocesses leichter, wie beim Hühnchen, gestatteten, als vielmehr dadurch, dass sie mich, wegen des erleichterten Ueberblickes über den Blutkreislauf, den Werth und die Bedeutung gewisser Erscheinungen würdigen lehrten, die bisher von anderen Forschern und eine kurze Zeit auch von mir selbst in unpassender Weise zur Erläuterung des Blut- und Gefässbildungsprocesses verwendet worden sind.

Ich habe bereits darauf hingewiesen, dass ganz besonders die *im Gefolge einer mangelhaften Blutcirculation auftretenden Erscheinungen auf die herrschenden Ansichten des erwähnten Bildungsprocesses eingewirkt haben.* Aus diesem Grunde scheint es mir zweckmässig, diese darauf bezüglichen Erscheinungen dem Leser vor Augen zu führen. Eine solche mangelhafte Blutcirculation kann künstlich durch Narcotisation von Embryonen herbeigeführt werden, bei welchen der Blutstrom im vollen Gange ist, und die Blutkörperchen bereits roth gefärbt erscheinen; sie wird uns ausserdem nicht selten in Folge eines zufällig sich einstellenden Hydrops pericardii dargeboten. Ich wähle das letztere Beispiel, da hier öfters zugleich sehr auffallende Veränderungen am Herzen selbst auftreten. — Veränderungen, denen ich manche Aufklärung in der angeregten Sache verdanke.

Die nächsten Wirkungen bei eintretender Vermehrung des Liquor pericardii zeigen sich in der Vergrösserung der Höhle des Pericardium's; der mehr spaltförmige Hohlraum gewinnt an Tiefe in der Richtung von Oben nach Unten, gegen den Bauchrand hin. Embryonen in diesem Zustande sind für die Beobachtung der Herzbewegungen günstiger, als unter normalen Verhältnissen, zumal mit der Erweiterung des Pericardium's zugleich eine Lageveränderung des Herzens gegeben ist. Ursprünglich nämlich liegt das Herz, sowohl bei seiner ersten Anlage, als auch später, so, dass das arterielle Ende nach vorn und oben, das venöse nach unten und hinten gerichtet ist; es läuft also in dem spaltförmigen Pericardium mehr oder weniger der Axe des Embryo parallel. Durch die Entfernung der oberen und unteren Wand des Pericardium's von einander, wird es unter einem spitzen, rechten, ja selbst stumpfen Winkel zur Axe des Embryo gestellt und so der Beobachtung leichter zugänglich gemacht. Neuere Beobachter (C. Vogt; ebenso Aubert) haben sich durch das häufige Auftreten des Hydrops pericardii verleiten lassen, die erwähnte Stellung des Herzens als die normale zu bezeichnen. Der Liquor pericardii, welcher im normalen Zustande in allen Entwickelungsstadien frei von suspendirten Körperchen ist, enthält häufig abgestossene Zellen, ja selbst Blutkörperchen, die, wie es scheint, aus dem, hinter der unteren Wand des Pericardium's gelegenen Sinus communis hineingelangen. Mit der Stellung ist ferner, bei Ueberhandnahme der Krankheit, eine Veränderung der Form des Herzens verbunden. Durch die Entfernung der oberen und unteren Wand des Pericardium's wird das Herz allmählich ausgedehnt, die Sförmige Krümmung schwindet, die einzelnen vorhandenen Abtheilungen, — Bulbus aortae und gemeinschaftlicher Vorhof- und Kammer-Schlauch, oder Bulbus aortae, Kammer und Vorhof, — gleichen sich bisweilen bis zur

Unkenntlichkeit aus, die Höhlen werden zur Spalte umgewandelt, ja die Spalte kann der Beobachtung sich gänzlich entziehen und so ein scheinbar solider Herzstrang vorliegen, an welchem nur noch einzelne Zuckungen wahrnehmbar sind.

Unter den angeführten Veränderungen erleidet die Herzthätigkeit Modificationen, Hemmungen und schliesslich gänzliche Unterbrechung, doch habe ich die Rückkehr zur normalen Thätigkeit selbst im letztern Falle eintreten sehen. Zunächst wird die Frequenz des Herzschlags gemässigt; dann verlieren die Contractionen und Dilatationen an Kraft und Ergiebigkeit; auch die Oeffnungen schliessen sich nicht fest, wobei die Frequenz vorübergehend wieder gesteigert sein kann, um dann auffallender abzunehmen. Ist das Herz stark ausgedehnt, so stellen sich wenig ergiebige peristaltische oder undulirende Bewegungen ein; zuletzt sieht man nur die erwähnten Zuckungen, die sehr leicht gänzlichen Stillstand der Herzthätigkeit im Gefolge haben. Sobald die Zahl der Herzschläge auf 30—15 in einer Minute herabsinkt, die Contractionen und Dilatationen nicht mehr kraftvoll von Statten gehen, die Ostia cordis mangelhaft schliessen, dann werden auch die Störungen des Blutkreislaufes sofort bemerkbar. Im Bereiche des Venensystems, wo die Stromschnelle im Allgemeinen geringer ist, und zwar zunächst an solchen Stellen, wo das Flussgebiet sich plötzlich erweitert (im Gefässnetz der Vena caudalis inferior, in der sogenannten Couche hématogène oder V. abdom. ant., in dem Sinus communis), und wo also die Wirkungen der verminderten Triebkraft des Herzens zunächst hervortreten müssen, werden die Blutkörperchen nicht mehr gleichmässig vom Strom fortgezogen, sondern die zunächst der Wandung des Gefässes gelegenen adhäriren stellweise und werden zu einem localen Hinderniss der Blutcirculation, an welchem sich alsbald eine grössere Menge von Blutkörperchen ansammeln. Durch die so angehäuften Blutkörperchen kann schliesslich das ganze Lumen des Gefässes verstopft und ein förmlicher Blutpfropf gebildet werden. Finden sich Gefässnetze im Embryo vor, wie namentlich an der Vena caudalis inferior oder beim Hecht in den embryonalen Bauchwandungen ausserhalb des Nahrungsdotters, so gewinnt dadurch das Gefässsystem ein eigenthümliches Ansehen. An den Sammelplätzen der Blutkörperchen ist das Gefäss zum Theil erweitert, von unregelmässiger Form, und zwischen ihnen ziehen die gemeinhin verengten, oft zu einem Faden umgewandelten Verbindungsäste. Ein anderes Mal scheinen nur feine Ausläufer von den Versammlungsorten der Blutzellen auszugehen. Das Gefässnetz gewährt häufig genau das Bild, welches von der Area vasculosa des Hühnchens um die Zeit bekannt ist, wenn man von Bildung der Blutinseln und Entstehung der Gefässe daselbst spricht. Solche Adhäsionen von Blutzellen können unter geeigneten Umständen auch im Herzen vorkommen, während in anderen Fällen, wie schon angegeben, das Herz sich ganz blutleer zeigt und selbst die Höhle schwer erkennen lässt. Durch Adhäsion der Blutkörperchen an den Wandungen der Gefässe und durch Bildung von Blutzellen-Inseln werden die Corpuscula sanguinis theilweise, ja wohl gänzlich dem Kreislauf entzogen. In demselben Blutstrom, in welchem bisher die Blutkörperchen in dicht gedrängter Aufeinanderfolge sichtbar waren, erscheinen sie nun vereinzelt, sind öfters, wenn ihre rothe Färbung noch gering ist, nur bei Zusatz von Jod zu erkennen, und zuletzt, wenn nicht völliger Stillstand eingetreten ist, fliesst nur liquor sanguinis.

Kehren nun die normalen Verhältnisse wieder, und entwickelt das Pumpwerk allmählich seine volle Kraft, so finden sich auch die Blutkörperchen wieder im Strome ein. Man sieht sie von den Wandungen der Gefässe sich losreissen und, da diese noch wenig oder gar nicht sichtbar von der Substanz naheliegender Organe oder Bestandtheile des Embryo überhaupt, wie z. B. des Nahrungsdotters, geschieden sind, so gewährt es den Anschein, als ob die vielleicht noch wenig gefärbten Blutkörperchen von diesen Substanzen selbst sich ablösten. Den Blutzellen-Inseln werden oft ganze Ballen zusammengeklebter Blutkörperchen entführt, und die Art und Weise, wie hier die Bahn wieder gangbar gemacht wird, nimmt sich grade so aus, wie wenn das Pumpwerk sich seine Blutgefässbahnen durch die Substanz des Embryo hindurch gleichsam breche. In Betreff des Herzens bin ich nicht näher auf das Verhalten des Blutes im abnormen Zustande eingegangen, weil dies hier von geringem Interesse für die angeregte Frage ist. Nur darauf wollte ich schliesslich hinweisen, dass die Umwandlung des Herzens in einen zuckenden, scheinbar soliden Strang im Ganzen selten, natürlich bei vollkommenem Stillstande des Kreislaufes, auftritt und dann gewöhnlich mit dem Tode des Embryo endet. Wenn jedoch kraftvollere Contractionen und Dilatationen sich wieder einstellen, füllt sich die Höhle zunächst mit Liquor sanguinis und später finden sich auch Blutkörperchen ein.

Die Kenntniss der *Erscheinungen*, die bei *mangelhafter Blutcirculation* sich einstellen, sind darum so werthvoll, weil die erste Blutcirculation nur eine mangelhafte sein kann und die darauf bezüglichen Erscheinungen also *nicht in die Wagschale bei Feststellung des Blut- und Blutgefässbildungsprocesses gelegt werden dürfen.* Dass aber die erste Blutcirculation unbeholfen und mangelhaft von Statten gehen müsse, ist nicht nur eine natürliche Forderung, es sind auch die darauf bezüglichen Erscheinungen lange bekannt. Man hat die zuckenden und anfangs seltenen undulirenden Bewegungen des Herzens sowohl beim Hühnchen, als bei Fischembryonen (Valentin, C. Vogt u. A.) viel früher gesehen, als den Kreislauf in den Gefässen. Gleichwohl wurde die Thatsache mehr dazu verwerthet, die herrschende Ansicht, dass der Blutstrom von der Peripherie, respective von der Area vasculosa ausgehe, abzuweisen, oder darin ein sonst auffallendes (!) Phänomen zu sehen, als die weiteren Consequenzen für die richtige Deutung der bisher zur Blut- und Gefäss-Bildung verwendeten Erscheinungen zu ziehen, obschon dieselben gerade in die Zeit des ersten mangelhaften Kreislaufes fallen.

K. E. von Baer lässt Blut und Gefässe sich gesondert bilden, und zwar soll das Blut durch Verflüssigung geronnener Substanz, und die Wandungen der Gefässe erst allmählich durch das strömende, vom Herzen in Bewegung gesetzte Blut selbst entstehen. Der geniale Forscher vertritt noch theilweise die Ansicht Döllinger's und bekämpft nur die Behauptung, dass die Blutkörperchen zu Bestandtheilen des Körpers umgewandelt würden, und dass die Gefässe oder richtiger die Blutströme keine geregelte Bahnen hätten; die Gefässbahn sei vielmehr durch Ausfurchung der geronnenen Substanz des Thierstoffes vorgeschrieben und also nicht ganz frei. Die Ansicht, dass die Gefässbahnen durch den Blutstrom gebildet würden, habe ich selbst für gewisse Gefässe (nicht für das Herz und die Gefässe der Area vasculosa) in meiner Schrift „das Entwickelungsleben etc." vertreten, aber sie bald wieder aufgegeben. (Vergl.

Müll. Arch. 1841; Jahresb. p. CLXXXIV). Die Erscheinungen, welche dieser Ansicht zur Grundlage dienen, sind allerdings sehr verführerisch. Eine gute Gelegenheit, sie zu studiren, gewähren die sich neu bildenden Gefässschlingen, welche bei Fischembryonen hinter der von der Aorta und der Vena caudalis inf. formirten Schlinge sich entwickeln und zur Verlängerung der betreffenden Gefässe nach dem Schwanzende verwendet werden. Die Art und Weise, wie hier das roh ausgebildete Gefäss mit seinem Inhalt in die Blutcirculation hineingezogen wird, verhält sich grade so, wie wenn ein durch krankhafte Blutzellen-Anhäufung ungangbar gemachtes Gefässstück wieder in den Gang gebracht wird. Diese Erscheinungen aber beziehen sich nicht auf die Blut- und Gefässbildung, denn die Existenz beider Theile markirt sich bereits in ihrer rohen, ersten Ausbildung, sondern darauf, wie der in dem embryonalen Gefässe stagnirende Inhalt allmählich in Fluss gebracht wird.

Die Embryonen der Fische haben noch eine zweite hierher gehörige Ansicht über die Blut- und Gefäss-Bildung zu Tage gefördert; sie geht von C. Vogt aus, und Aubert hat sie im Wesentlichen adoptirt. C. Vogt hebt hervor, dass das Herz ursprünglich ein solider Strang sei, und dass an demselben Bewegungen sichtbar würden, noch bevor eine Höhle existire und überhaupt Blutbewegung stattfände. Später zeige sich die Höhle; sie sei aber von einem transparenten Fluidum erfüllt, die Blutkörperchen dagegen lösen sich später von den Wandungen der Höhle ab und treten in den strömenden Liquor sanguinis über. Auch in den Gefässen fliesse anfangs nur Liquor sanguinis; nach weitläuftigen Erörterungen fasst er seine Ansicht in folgende Worte zusammen: „il parait naturel d'en conclure, que tous les vaisseaux, depuis les vaisseaux capillaires jusqu'à l'aorte, resultent de ce que les cellules des organes s'écartent, là où les vaisseaux doivent ce former, laissant ainsi entre eux des espaces vides qui, en communiquant entre eux et avec la circulation, deviennent autant de vaisseaux sanguins." (a. a. O. p. 206). Die Bildung der Gefässe erfolgt also wie beim Herzen. Dadurch, dass die Zellen der Organe auseinanderweichen, entsteht zunächst die mit Liquor sanguinis gefüllte Höhle der Gefässe; dann folgt die Bildung von Blutzellen, durch Ablösung und Uebertritt von Zellen aus der Wandung des Hohlraums in den Blutstrom; endlich entwickeln sich die eigentlichen Wandungen der Gefässe. Mit der weiteren Ausbildung der Wandungen der Gefässe hört aber die Möglichkeit auf, dass sich Blutzellen davon ablösen können. Dieses Uebel beseitigt Vogt auf diese Weise, dass er in seiner Couche hématogène Bildungsheerde für die Blutzellen etablirt. Es ist bereits von Aubert, der bei seinen Studien über die Entwickelung der Hechteier die Vogt'schen Anschauungen von der Entwickelung der Fische zur Grundlage genommen hat, nachgewiesen, dass die Bildungsheerde für Blutzellen in der Couche hématogène in Wahrheit Haufen stagnirender Blutzellen darstellen, die sich, wie vorhin erläutert wurde, sehr leicht bei mangelhafter Blutcirculation einfinden. Dass auch die übrigen Angaben Vogt's, aus einer Verwechselung der Erscheinungen des mangelhaften Kreislaufs mit derjenigen der Blut- und Gefässbildung hervorgegangen sind, liegt so offen zu Tage, dass ausführliche Erläuterungen darüber wohl überflüssig erscheinen. Wir haben gesehen, dass bei seltenen und nicht genug kraftvollen Herzbewegungen nur der Liquor sanguinis bewegt wird und die Blutzellen an den Wandungen

adhäriren, dass aber bei vermehrter Triebkraft des Herzens die Blutkörperchen von den Wandungen sich ablösen und vom Strome mitgerissen werden. Aus diesem Grunde werden uns die Blutgefässe zuerst als transparente, nur vom Liquor sanguinis erfüllte Hohlräume sichtbar, darum sieht man später die Blutkörperchen von den Gefässwandungen oder, da diese noch wenig von der umliegenden Substanz zu unterscheiden sind, scheinbar von den Organen sich ablösen und in den Strom übertreten. Ebenso ist der erwähnte, zuckende Herzstrang ein wirklicher Herzschlauch, der seinen Inhalt entleert hat, und dessen Höhle nunmehr der Beobachtung sich entziehen kann. Solche scheinbar solide Herzschläuche habe ich auch in den frühesten Entwickelungsstadien, besonders bei stark vermehrtem Liquor pericardii, beobachtet und dabei öfters zu sehen Gelegenheit gehabt, wie bei kraftvolleren Herzbewegungen neue Füllungsmasse wieder eintrat und plötzlich die Höhle sichtbar machte.

Die *Bildung der ersten Blutgefässe und des ersten Blutes* im Embryo fällt in ein früheres Entwickelungsstadium; wann Zuckungen und undulirende Bewegungen des Herzens wahrgenommen werden, dann sind die rohen Entwürfe des ersten Blutgefässsystems und ersten Blutes schon vorhanden. Die Erscheinungen, unter welchen diese rohen Entwürfe sich nunmehr zu erkennen geben, sind nicht für ihre Entstehung und Bildung zu verwerthen, sie sind die nothwendigen Folgen eines noch mangelhaften Kreislaufes, wobei zugleich in Rechnung zu bringen ist, dass Blutzellen sowohl, als das Bildungsmaterial der Gefässwandungen nicht nur in Beziehung aufeinander, sondern auch in Betreff des Bildungsmaterials anderer Bestandtheile des Embryo nur geringe, der Beobachtung sogar nicht zugängliche Differenzen darbieten. Die Anlagen des ersten Blutgefässsystems sammt Inhalt entziehen sich, wie schon angedeutet, bei Fischembryonen der Beobachtung, nach meinen Erfahrungen wenigstens, fast gänzlich, ebenso die ersten Entwickelungsveränderungen; wie geringfügig ist auch in der That das, was die bisherigen Angaben liefern, sobald man die nicht dazu gehörigen Erscheinungen in Abzug bringt. Bei der Frage, wie die ersten Gefässe und das Blut im Embryo sich bilde, ist zunächst festzustellen, dass dieselben nicht als Absonderungsproducte anderer Organe entstehen werden, sondern, wie jeder organisirte Bestandtheil unseres Körpers, ihre, wenn auch öfters in gewisser Weise (mit Rücksicht darauf, dass die Gefässe mit ihrer Anlage Bestandtheile anderer Organe und deren Anlage sind) als relativ zu denkende, jedenfalls selbstständige Anlage haben müssen, und dass diese durch einen Sonderungsprocess gesetzte Anlage nicht aus einem flüssigen Blastem, sondern nur aus einem Haufen Zellen bestehen könne. Weiterhin ergiebt sich von selbst, dass Blut und Gefässrohr ursprünglich entweder als eine einzige, gemeinschaftliche, erst nachträglich in die beiden Bestandtheile sich sondernde Anlage, oder als zwei gleich anfangs geschiedene Anlagen auftreten können; in beiden Fällen wäre der Weg anzugeben, wie das Blut zum Inhalte des Gefässrohrs werde. Unter den möglichen Fällen, wie man sich das Verhältniss zweier gleich anfangs geschiedener Anlagen für Blut und Gefässrohr vorstellen kann, ist bisher, und zwar für die spätere Entwickelungszeit, nur der eine beliebt gewesen, wonach constante, für das ganze Blutgefässsystem bestimmte Bildungsheerde des Blutes, oder insbesondere der Blutzellen,

— da der Liquor sanguinis ursprünglich als wirkliche, d. h. von den Blutkörperchen ausgeschiedene Intercellularflüssigkeit anzusehen war, — angenommen wurden.

Unmittelbare Beobachtungen über Blut- und Gefässbildung sind mit Zuverlässigkeit und Genauigkeit nur *an dem Herzen* des Hühnchen anzustellen gewesen; selbst die Area vasculosa muss in dieser Beziehung zurückstehen. Bei Fischembryonen sind die Untersuchungen, wie schon v. Baer erwähnt, selbst in Betreff des Herzens viel schwieriger, doch stimmen die von mir gewonnenen Resultate im Wesentlichen mit dem überein, was ich bereits in meiner Schrift „das Entwickelungsleben etc." über die Bildung des Herzens und seines Inhaltes veröffentlicht habe. Hiernach ist ursprünglich, wie es später auch Bischoff, Remak u. A. gefunden, für den Herzschlauch und das ihn erfüllende Blut eine gemeinschaftliche Anlage von etwa cylindrischer Form gegeben. In dieser Anlage stellt sich alsbald ein neuer Sonderungs- oder Differenzirungsprocess ein, in Folge dessen die Axensubstanz zur Anlage des Blutes, die Rindenschicht für den Herzschlauch bestimmt wird. Wie der Sonderungsprocess sich gestaltet, so ist damit zugleich die Anlage des Herzschlauches als Hohlkörper und die des Blutes als Inhalt gegeben. Die Erscheinungen des eingetretenen Sonderungsprocesses in der gemeinschaftlichen Anlage geben sich frühzeitig durch das verschiedene Verhalten der Zellen an den genannten Stellen zu erkennen, doch sind diese nur an mikroskopisch untersuchten Durchschnitten wahrzunehmen. In der Axensubstanz der cylindrischen Anlage sind dann gekernte Zellen mit anfangs geringer Intercellularsubstanz (Liquor sanguinis) deutlich zu unterscheiden; die Rindensubstanz ist fester, und hauptsächlich die Kerne, weniger die Contouren der Zellen sichtbar. Wenn ich nicht irre, so hat zuerst Coste behauptet, dass der Herzschlauch ursprünglich zwei durch eine Scheidewand getrennte Höhlen enthalte. Zu dieser irrigen Ansicht kann man leicht verleitet werden, wenn man Durchschnittchen des Herzschlauches aus einer etwas späteren Periode untersucht, in welcher der Inhalt durch die ersten Bewegungen bereits herausgetrieben ist, und die Wandungen sich zuweilen dicht aneinander legen. Der Herzschlauch behält in solchen Fällen seine cylindrische Form bei, erscheint aber, wie schon erwähnt, zuweilen ganz solide. An Durchschnittchen sieht man nun eine dunkel oder, bei Untersuchung mittelst der Loupe, weisslich gezeichnete Linie die kreisförmig begrenzte Substanz als Durchmesser durchsetzen. Diese Linie wird als Septum gedeutet, und die zu beiden Seiten gelegenen, halbkreisförmig begrenzten Substanzen als dünnwandige, halbcylindrisch geformte und von geronnenem Blute erfüllte Höhlen des Herzens. Die genannte Linie entsteht jedoch durch die innige Berührung der Herzwandungen, und die zu beiden Seiten befindlichen Substanzen sind die Durchschnitte dieser Wandung selbst An feinen Durchschnittchen ist das Parenchym der Herzwandungen oft so hyalin und transparent, dass man bei Untersuchung mit der Loupe zwei wirkliche Höhlen vor sich zu haben glaubt.

Wir verdanken die genauere Einsicht in die Entstehungsweise des Herzschlauches sammt der ihm zugehörigen Portion Blutes vorzugsweise der freien Lage desselben und dem Umstande, dass wir uns zur Untersuchung geeignete Schnittchen verschaffen können; letzteres ist *bei den*

übrigen embryonalen Gefässen öfters, so z. B. bei der Area vasculosa, nicht ausführbar, ersteres kommt bei ihnen nirgend vor. Wenn nun aber auch die übrigen embryonalen Gefässe unter den obwaltenden Umständen dem Studium ihrer Bildungsweise sich mehr oder weniger entziehen, so stellen sie doch, wie das Herz, Abschnitte eines und desselben Blutgefässsystems dar und sind, wie das Herz, Hohlkörper mit einer entsprechenden Portion Blutes. Wird es aber nicht allein erlaubt, sondern sogar gefordert, von Gleichem auf Gleiches zu schliessen, so müssen wir die Entstehungsweise des Herzens sammt seinem Blute, auch für die übrigen embryonalen Gefässe mit ihrem Blute um so bereitwilliger in Anspruch nehmen, als keine dagegen streitenden Erscheinungen bekannt sind und die bei der Bildung eines organisirten Bestandtheiles auftretenden Sonderungsacte stets mit der morphologischen Organisation im nothwendigen gesetzlichen Zusammenhange stehen. Nach meiner Ueberzeugung darf nicht daran gezweifelt werden, dass, wie für das Herz mit seinem Inhalte, so auch für die übrigen embryonalen Gefässe mit ihrem Blute an Ort und Stelle, wo sie liegen, gemeinschaftliche Anlagen sich sondern, in welchen durch einen nachträglichen Sonderungsact die Axensubstanz oder centrale Masse zur Anlage für das zugehörige Blut, die peripherische Rindenschicht für die Gefässwandung bestimmt werden und respective sich darein verwandeln.

Die in keiner Weise zu begründenden Bedenken dasjenige, was mit Genauigkeit über die Entstehungsweise des Herzens mit seinem Blute ermittelt worden war, auch auf die Bildung der übrigen, ersten embryonalen Gefässe mit ihrem Blute in Anwendung zu bringen, diese Bedenken haben sich in höherem Grade bei der Frage geltend gemacht, wie die *Erweiterung des ersteren embryonalen Blutgefässsystems* erfolge, oder *wie sich die späteren Blutgefässe mit ihrem Blute bis zu den Capillaren hin bilden* und sie werden sogar durch bestimmte Beobachtungen gestützt.

Vor Allem sollten die Capillargefässe eine Ausnahme von der Regel machen; sie sollten nach dem Schwann'schen Schema durch *Vereinigung sternförmiger Zellen* entstehen. Durch diese Bildungsweise wird nicht allein ein wesentlicher morphologischer Unterschied zwischen dem Capillarrohr und den übrigen Gefässröhren gegeben, indem die Höhle des ersteren die gemeinschaftliche Zellenhöhle der miteinander verschmolzenen Zellen darstellt, sondern es wird auch zugleich die Blutbildung ausgeschlossen und die Aufnahme selbstständiger Blutbildungsheerde gefordert. Meine Zweifel gegen die Richtigkeit dieser Entstehungsweise habe ich niemals zurückgehalten und bin darin auch von C. Vogt, Remak u. A. unterstützt. Oftmals habe ich den Schwanz der Froschlarven untersucht, in welchem die bezeichnete Bildung der Capillaren deutlich zu verfolgen sein soll. Meine Bemühungen waren vergeblich; ich bin vielmehr zur Ueberzeugung gelangt, dass theilweise oder gänzlich entleerte Kapillarnetze, die durch ihre Kerne und durch die hier und da zu scheinbaren Fäden verwandelten Röhren das mikroskopische Bild eines aus sternförmigen Zellen gebildeten Netzes mit Ausläufern gewähren, die obige Ansicht von der Entstehung der Capillaren veranlasst haben. Nach Aubert (a. a. O. p. 363) soll die Capillargefässbildung nach dem Schwann'schen Schema „besonders schön" bei Fischembryonen zu verfolgen sein; genauere Angaben fehlen. Bei den von

mir untersuchten Embryonen der Cyprinoiden, die sich durch ihre grosse Pellucidität auszeichnen, kommen allerorts recht viele sternförmige Zellen vor. Einige von ihnen füllen sich mit Pigment, andere bleiben pigmentlos; ich halte beide Arten für sternförmige Bindesubstanzkörperchen, wenigstens habe ich nirgend eine Umwandlung derselben in ein anderes Gewebe oder gar in Gefässröhren verfolgen können. Sie finden sich in der embryonalen Flosse an Stellen, wo niemals Gefässe auftreten, da dieselben später verkümmern; sie liegen auch an Orten, wo Gefässe entstehen, aber sie sind dann nicht verloren gegangen, sie liegen unverändert daneben. Wirkliche Capillaren kommen überhaupt in diesem Entwickelungsstadium weder bei Fischen, noch bei anderen Wirbelthieren vor. Die Intervertebralgefässe führen allerdings nur eine Reihe von Blutkörperchen, auch haben sie den mikroskopischen Habitus von Capillaren; ebenso die ersten an den Kiemenblättchen sichtbaren Gefässschlingen etc. Allein die wirklichen, späteren Capillaren sind die vorliegenden Gefässe nicht; es sind vielmehr Gefässstämmchen, deren Lumina allmählich weiter, die Wandungen dicker werden; die eigentlichen Capillaren treten erst viel später auf und zu diesen Stämmchen heran. Es fehlt aber nicht allein an zuverlässigen Beobachtungen, welche die Annahme der Capillargefässe gestatten würden oder nothwendig machten; es fehlt auch an irgend welchen rationellen Gründen. Die physiologischen Leistungen der Capillaren für den Stoffwechsel und für die Ernährung bei Erwachsenen, es sind dieselben, die zu einer gewissen Zeit des Embryo- und Fötuslebens alle Gefässe, die Aorta nicht ausgenommen, gehabt haben; und in morphologischer Beziehung sind scharfe, so wesentliche Unterschiede zwischen den Capillaren und den übrigen Gefässröhren begründende Grenzlinien ganz und gar nicht zu ziehen.

Für die *übrigen Gefässe, die nach der Anlage des ersten Blutgefässsystems entstehen, auch selbst für die Capillaren* ist von einigen Forschern eine *andere Entstehungsweise* in Anspruch genommen worden. Die ersten embryonalen Gefässe sollen durch *Ausstülpung*, also in Form eines Hohlknospen-Bildungsprocesses die Entstehung der späteren Gefässe herbeiführen. Auch diese Bildungsweise der Gefässe weicht sehr wesentlich von der ursprünglichen ab; es ist dabei nur das Gefässrohr betheiligt, für das zugehörige Blut müssen besondere Bildungsheerde etablirt werden. Die in Rede stehende Bildungsweise bei Erweiterung des ersten Blutgefässsystems hat ausserdem noch weiter gehende Consequenzen für die Entwickelung des Gesammt-Organismus, die man sich vergegenwärtigen muss, um die volle Tragweite dieser Ansicht zu übersehen. Sind alle die Gefässe, welche wir später als Bestandtheile der Organe und Systeme des Wirbelthier-Organismus kennen, durch einen Knospenbildungsprocess im ramificirten Typus aus dem ersten embryonalen Blutgefässsystem als dem Stammgebilde hervorgewachsen, so sind die Keime und das Bildungsmaterial der betreffenden Gefässe in dem Stammgebilde und dessen Descendenten, nicht aber in den für die betreffenden Organe gesonderten Anlagen gegeben. Bei dieser Ansicht könnte man vielleicht Schwierigkeiten in der Vorstellung finden, wie sich die Gefässe eines Organes in dasselbe gleichsam hineinarbeiten, doch möchte ich darauf weniger Gewicht legen. Dagegen sehe ich einen, nach meinen Erfahrungen aus der Entwickelungsgeschichte, unlösbaren Widerspruch darin, dass die betreffenden Organe, welche in ihren Anlagen das Bildungsmaterial aller übrigen sie constituirenden Bestandtheile

enthalten, dasjenige für ihre Gefässe (und ebenso auch für ihr Blut) nicht enthalten, sondern anderswoher entlehnen sollen. Genaue, directe Beobachtungen, aus welchen obige knospenartige Erweiterungsweise der embryonalen Gefässe nothwendig abgeleitet werden müsste, sind übrigens nicht vorhanden.

Bei *Fischembryonen* giebt es zwei sehr günstig scheinende Stellen für das Studium der *weiteren Fortbildung der Gefässe:* nämlich *an der Schlinge, welche die Aorta und Vena caudalis inf. bilden,* und dann an den Gefässen, die in derselben Gegend in der etwas später sich bildenden Schwanzflosse sichtbar werden; bei keinem anderen Wirbelthier-Embryo sind mir für diese Beobachtung so günstige Verhältnisse bekannt, und dennoch bleibt Manches zu wünschen übrig. Die Schlinge der Aorta und Vena caudalis inferior, die anfangs bald hinter der gemeinschaftlichen Oeffnung für die Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper und für den Darm gelegen ist, erweitert sich durch Schlingen, die nach dem Schwanzende hin neu auftreten, und von welcher der eine Schenkel mit der Aorta, der andere mit der Vena caudalis inf. in Verbindung steht, während das bisherige gemeinschaftliche Vereinigungsstück zwischen beiden Gefässen verkümmert und bald gänzlich schwindet. Das erste Auftreten der neuen Schlinge markirt sich durch einen, nicht transparenten, sondern mehr granulirt erscheinenden Zug in Form der späteren Schlinge; er ist oft nur bei mässig gedämpften Lichte sichtbar. Um diese Zeit sieht man noch kein Blutkörperchen aus der Aorta in diese Anlage hinein- oder aus ihr in die Vena caud. inf. heraustreten. Sehr bald jedoch ist dieses wirklich der Fall, und dann erscheinen die Schenkel der neuen Schlinge transparent und nehmen sich wie Hohlfortsätze der Aorta und Vena caudalis inf. aus, wenn namentlich im Verbindungsstück der Schenkel die Blutkörperchen noch geringe Färbung besitzen, und die betreffende Gegend also der Beobachtung sich leichter entziehen kann. Die einzelnen, in den Aorten-Schenkel übertretenden Blutkörperchen gehen dann stets nur bis zu diesem Verbindungsstück; hier werden sie zurückgehalten. Ebenso lösen sich einzelne Zellen auf dem anderen Ende des Verbindungsstückes ab und werden in den Blutstrom[1] der Vena caudalis inf. hineingezogen. Die Masse im Verbindungsstück nimmt inzwischen mehr gelbliche Färbung an, wird, wie man sagt, blutinselartig, einzelne Blutkörperchen brechen sich die Bahn durch dieselbe hindurch, und schliesslich nimmt der Hauptstrom der Aorta seine Richtung durch die neue Schlinge, während das Schlussstück der alten verkümmert. Hiernach stelle ich mir die Bildung der neuen Schlinge, welche als Erweiterung und Fortbildung der bestehenden sich darstellt, in folgender Weise vor. Hinter der alten Schlinge, in dem angrenzenden Stücke des Schwanzes, zeigt sich die Anlage der neuen Schlinge; sie kann anfangs kein Hohlkörper gewesen sein, denn die Stelle war nicht transparent; sie kann auch noch weniger als hohle Fortsetzung der bestehenden Gefässe angesehen werden, denn sie war von der Blutcirculation ausgeschlossen; sie kann nach der Zeichnung nur eine solide Anlage sein, die an Ort und Stelle sich gesondert und gebildet hatte, obgleich es mir nicht möglich war, die einzelnen Zellen genau zu unterscheiden. In dieser Anlage hat sich, wie wir es beim Herzen kennen gelernt haben, die Axensubstanz zu Blut, die Rinde zum Gefässrohr verwandelt, und dieses neue Gefäss ist in organisirte Verbindung mit der alten Schlinge getreten. Die dann sichtbaren Erscheinungen sind genau diejenigen, welche

sich zeigen, wenn ein mit stagnirendem Blut gefülltes Gefässrohr wieder in den allgemeinen Kreislauf hineingezogen wird.

Ganz ähnliche Beobachtungen habe ich auch an den neu sich bildenden Gefässen der Schwanzflosse gemacht, und trage daher keine Bedenken, meine Ansicht über die Erweiterung und Fortbildung der ersten embryonalen Gefässe in folgenden Worten zusammenzufassen. Die Fortbildung und Erweiterung der ersten embryonalen Gefässe mit ihrem Blute erfolgt nicht durch ein Auswachsen nach Art eines Knospenbildungsprocesses, sondern dadurch, dass in den betreffenden Organen, wo die Gefässe liegen, selbstständige solide Anlagen entstehen, die sich mit den vorhandenen Gefässen, in deren Nähe sie stets auftreten, in organisirte Verbindung setzen, dass mit diesen Anlagen. wie beim Herzen etc., zugleich Blut und Gefässrohr gegeben ist, dass endlich die neuen Gefässe mit ihrem Blute meist Verbindungsbogen zwischen einer bestehenden Arterie und Vene darstellen, bei dessen Ausbildung und Theilnahme am allgemeinen Kreislaufe vorhandene Verbindungsbogen, wie es scheint, öfters zu Grunde gehen.

Mit der Bildung neuer Gefässe, die zu den bestehenden hinzutreten und sich mit ihnen in Verbindung setzen, ist also gleichzeitig auch eine entsprechende Portion Blutzellen und Blut gegeben; besondere *Blutbildungsheerde*, welche für die neu gebildeten Röhren die Füllungsmasse zu beschaffen hätten, werden nicht gefordert. Vor 18 Jahren, als ich noch für einen Theil der embryonalen Blutgefässe, in Uebereinstimmung mit K. E. von Bär, eine andere Bildungsweise als die vorgetragene in Anspruch nahm, habe ich die Leber und die Area vasculosa als solche Blutzellen-Bildungsheerde bezeichnet. Doch schon im Jahresbericht (Müller's Archiv 1841, p. CLXXXIV.) habe ich diese Ansicht aufgegeben, obgleich neuere Schriften diese Stelle nicht zu kennen scheinen und immer wieder die alte Geschichte aufwärmen. Es ist nicht zu bezweifeln, dass in der Leber, — und dies gilt auch für die Area vasculosa, — mehr Blutzellen gebildet werden, als in anderen Organen des Embryo; allein diese Eigenschaft verdankt die Leber nur dem Umstande, dass sie mehr als andere Organe an Masse zunimmt und sich schneller entwickelt, also auch mehr neue Gefässe und mit ihnen zugleich mehr Blut ausbildet. Nach meinen Erfahrungen und Beobachtungen bin ich genöthigt, diese Ansicht von der Sache festzuhalten, obschon Kölliker nach seinen Untersuchungen für die Leber die Bedeutung eines besonderen Organes für Bildung von Blutzellen in Anspruch nimmt.

Auf einem ganz anderen Gebiete befindet man sich bei der Frage nach der *Regeneration der Blutzellen;* hier handelt es sich eben nur um die Deckung der Verluste von Blutzellen, die in normaler Weise oder bei künstlicher Entfernung von Blutmassen sich einstellen. Unsere Kenntnisse über die Regeneration der Blutzellen stehen noch auf sehr schwachen Füssen; muthmassliche Ansichten, zweifelhafte Beobachtungen giebt es hier in Menge und werden uns täglich neu aufgetischt; eine gediegene Reihe von Thatsachen, aus denen der gesetzliche Vorgang sich feststellen liesse, sucht man vergeblich. Es fehlen uns zuverlässige, morphologische und chemische Erscheinungen sowohl in Betreff einer, in normaler Weise fortdauernd stattfindenden Verkümmerung, als auch

darüber, wo und wie die neuen Blutzellen zum Ersatz sich bilden. Nach REMAK sollen die rothen Blutkörperchen beim Hühnchen sich fortdauernd durch Theilung vermehren *). Aber selbst für den Fall, dass man diese Vermehrung der rothen Blutzellen auf den Regenerationsprocess beziehen wollte, muss dagegen bemerkt werden, dass weder AUBERT, noch ich selbst bei Fischembryonen und beim Hühnchen eine Theilung der rothen Blutkörperchen beobachten konnten. Es dürfte überhaupt der ganze Regenerationsprocess der Blutkörperchen in Frage gestellt werden können, wenn nicht die Wiederherstellung der Blutmasse nach starken Blutverlusten, — vorausgesetzt, dass dabei auch die Blutkörperchen betheiligt sind, und dass bei dem Process nicht gleichzeitig Gefässe mit Inhalt eingehen und neue Gefässe mit Inhalt sich bilden, — sein Vorhandensein im hohen Grade wahrscheinlich machten. Ob bei Fischembryonen, wenigstens im vorliegenden Entwickelungsstadium, fortdauernd rothe Blutkörperchen zu Grunde gehen und neue zum Ersatz wieder erzeugt werden, darf dennoch bezweifelt werden. Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Erfahrungen sprechen nämlich die meisten Gründe dafür, dass die weissen Blutkörperchen zum Ersatz verloren gegangener rother Blutzellen verwendet werden, und dass diese wiederum im Lymphgefässsystem, insbesondere in den Lymphdrüsen ihre Bildungsheerde besitzen; bei unseren Fischembryonen lassen sich aber um die gegenwärtige Zeit weder weisse Blutkörperchen, noch ein Lymphgefässsystem nachweisen.

II.

Der Blutkreislauf bei Fischembryonen.

A. Erscheinungen.

Es scheint mir passend zu sein, zunächst von physikalischen Raisonnements möglichst abzusehen und die Erscheinungen so aufzunehmen, wie sie sich dem Beobachter geben. Diese Erscheinungen sind in der Bewegung des Herzens und in der Bewegung der Blutkörperchen ausgesprochen; die Blutflüssigkeit ist kein Object mikroskopischer Beobachtung, auf ihr Verhalten wird aus den Blutkörperchen geschlossen. Es sollen zuerst die Erscheinungen der Blutbewegung unter normalen, dann diejenigen unter abnormen Umständen mitgetheilt werden.

a) Erscheinungen der Blutbewegung unter normalen Umständen.

Wenn das noch einfache, schlauchförmige Herz seine anfangs langsam, dann schneller ablaufenden, undulirenden Bewegungen vollführt, so haben wir es mit einem Blutkreislauf zu thun, der

*) REMAK hat sich von Neuem für die Theilung der rothen Blutkörperchen bei Hühnerembryonen ausgesprochen (MUELLER's Arch. 1858, p. 178). Wir werden dabei zugleich unterrichtet, welche Entdeckungen und Reformen die Wissenschaft ihm zu danken habe, und welche Begriffe der Verf. von Philosophie hat. Trotz einer beigefügten Tafel mit Abbildungen beruhen die Angaben auf Irrthümern.

erst in den Gang gebracht werden soll. Obgleich diese Blutbewegung zu den regelmässigen und ganz normalen Lebenserscheinungen des Embryo gehört, so ist sie doch mangelhaft und vielmehr zu den Fällen zu rechnen, in welchen der Blutkreislauf unter abnormen Umständen Statt hat. Es sind die dabei sichtbaren Erscheinungen bereits im ersten Theile meiner Abhandlung besprochen worden, als von der Blutgefässbildung die Rede war. Da bei der ersten Blutbewegung die Blutkörperchen entweder gar nicht, oder doch nur vereinzelt mit dem Strome fortziehen und bei der grossen Durchsichtigkeit und geringen Färbung oft gar nicht verfolgt werden können, so sind die darauf bezüglichen Erscheinungen hier von untergeordnetem Werthe. Auch wenn das Herz schon zwei Abtheilungen zeigt, und die kräftigen, peristaltischen Bewegungen der gemeinschaftlichen Abtheilung für Vorkammer und Kammer einen vollständigen Kreislauf des Blutes sammt den röthlich gefärbten Blutkörperchen hergestellt haben, wird eine genaue und übersichtliche Beobachtung des Kreislaufes durch die Lage des Embryo in der Eihülle behindert. Die nachfolgenden Mittheilungen beziehen sich, wie schon angedeutet, auf die Zeit nach dem Ausschlüpfen des Embryo's aus seiner Hülle. Mehrere Stunden, ja zuweilen mehrere Tage nach dem Ausschlüpfen des Embryo's ist der Kreislauf des Blutes gestört. Diese Störungen werden theils durch die anhaltenden, heftigen Bewegungen herbeigeführt, die dem Durchbruch durch die Dotterhaut voraufgehen, theils aber und ganz besonders dadurch, dass der Embryo beim Durchgange durch die Bruchpforte stark zusammengedrückt wird und zuweilen mehrere Stunden mit irgend einem Theile, gewöhnlich mit der Gegend, in welcher das Herz sich befindet, eingeklemmt in der Bruchpforte liegt, bevor er sich ganz frei macht. Um die Erscheinungen des normalen Kreislaufes zu studiren, muss die Rückkehr desselben in die geregelte Bahn abgewartet werden, und ich erkenne diesen Ausgang daran, dass in den schon gebildeten Gefässen keine ruhenden Blutkörperchen vorkommen, die Contractionen des Herzens kräftig von Statten gehen und vor Allem die Oeffnungen der Herzhöhlen gut schliessen. An dem Herzen selbst lassen sich dann schon drei Abtheilungen, Bulbus aortae, Kammer und Vorkammer unterscheiden. In den ersten Stunden nach dem Ausschlüpfen können vielleicht in der Form des Herzens Kammer und Vorkammer sich noch nicht ganz deutlich markiren; allein an der Contraction des Herzens ist ihr Vorhandensein nicht zu verkennen: die bisherige undulirende Bewegung läuft deutlich in zwei Absätzen ab, indem auf der Grenze der Kammer und Vorkammer ein neuer Anfangspunkt für die Bewegung hervortritt. Von den Gefässen pflegen unmittelbar nach dem Ausschlüpfen des Embryo's ausser der ersten Blutbahn auch die Carotis communis und die Vena jugularis sichtbar zu sein; sehr bald finden sich dann auch die Vasa intervertebralia ein.

Wenden wir uns zunächst zu den *Herzbewegungen*. Beim normalen Kreislauf zieht sich das Herz der von mir untersuchten Fischembryonen 80 — 110 mal in der Minute zusammen; auch ohne sichtbare Störung des Kreislaufes können die Zusammenziehungen des Herzens sich bis auf 120—140 Schläge in der Minute mehren, so namentlich bei heftigen Bewegungen des Embryo's; und andrerseits können sie an Frequenz bis auf 70 — 60 — 50 Schläge in der Minute abnehmen. Mit der Frequenz der Herzbewegungen verändern sich etwas die Erscheinungen des Blutstroms in den Gefässen. Bei der Frage nach dem Rhythmus der Herzbewegungen sind nur die Kammer und

Vorkammer zu berücksichtigen; der Bulbus aortae greift im vorliegenden Entwickelungsstadium nicht als selbstständiges Glied in die Aufeinanderfolge der Einzelbewegungen des Herzens ein. Man kann sich, den Erscheinungen nach, den Bulbus aortae als das zu einem kurzen Canal verlängerte Ostium arteriosum des Herzens oder insbesondere der Kammer vorstellen. Das Blut wird durch denselben ohne irgend welchen Aufenthalt unmittelbar in die Aorta gedrängt; die Höhle wird dadurch geöffnet und entsprechend erweitert, und schliesst sich darauf, wie wenn nur elastische Wände sich zusammenzögen. Aus den Wirkungen, welche nach Narcotisation der Fische eintreten, muss gleichwohl angenommen werden, dass eine organische, contractile Substanz in der Wandung des Bulbus aortae vorhanden sei. Was nun die rhythmischen Erweiterungen und Zusammenziehungen der Kammer und Vorkammer betrifft, so sind dieselben für beide Theile, die gegenwärtig weder in der Dicke der Wandungen, noch hinsichtlich der Räumlichkeit ihrer Höhlen Unterschiede darbieten, 1) von gleicher Dauer und 2) in der continuirlichen Aufeinanderfolge vollständig alternirend. Diese Thatsachen sind namentlich leicht bei mässiger Frequenz der Herzschläge zu constatiren; bei einiger Uebung geben sie sich auch an turbulenteren Herzbewegungen zu erkennen, obschon in solchen Fällen das Hineingreifen der Nachbilder in die unmittelbar erregten sinnlichen Eindrücke die Beobachtung sehr erschweren und gar zu leicht unrichtige Vorstellungen erwecken kann. Die Dauer der Zusammenziehungen und Erweiterungen der einzelnen Herzhöhlen ist zwar verschieden nach der Frequenz der Herzschläge, aber sonst in normalen Fällen so gleich, dass Unterschiede für den Beobachter nicht wahrnehmbar sind. Jeder Erweiterung einer Herzhöhle folgt ferner unmittelbar und ohne wahrnehmbare Pause die Zusammenziehung. Die Alternation in Betreff der Zusammenziehung und der Erweiterung beider Herzhöhlen ist so vollständig, dass die Vorkammer sich grade dann und so lange zusammenzieht, als die Kammer sich erweitert, und dass andrerseits letztere grade so lange und dann in die Zusammenziehung sich befindet, wann die Vorkammer sich erweitert. Jeder Systole einer Herzhöhle folgt daher auch ohne Aufenthalt die der anderen, und ebenso verhält es sich mit der Diastole; niemals aber tritt ein Moment hervor, in welchem beide Herzhöhlen gleichzeitig, sei es in der Zusammenziehung oder in der Erweiterung gegeben sind; ist die Vorkammer durch die Zusammenziehung vollständig vom Blute entleert, so befindet sich die Kammer grade in grösster Ausdehnung und vom Blute erfüllt, und umgekehrt. Man darf also nicht von einer Systole oder Diastole des Herzens sprechen; es existirt nur eine Systole oder Diastole der einzelnen Herzhöhlen.

Die Zusammenziehung der Vorkammer beginnt am Ostium venosum, die der Kammer am Ostium atrio-ventriculare; unmittelbar darauf folgt die Zusammenziehung des übrigen Theiles der beiden Herzhöhlen, und zwar, wie es mir schien und wie es auch aus später mitzutheilenden Erscheinungen an den theilweise gelähmten Herzen hervorgeht, im ganzen Umfange zu gleicher Zeit. Im Momente der vollendeten Zusammenziehung sind die genannten Oeffnungen fest geschlossen, und die Wandungen der Vorkammer und Kammer berühren sich derartig, dass die betreffenden Hohlräume nur als dunkle Linien, öfters auch gar nicht für die mikroskopische Beobachtung markirt sind. Auch die Erweiterung der Vorkammer und Kammer nimmt ihren Anfang an den bezeichneten Oeffnungen, die

in Kreisform sich ziemlich schnell und stark ausdehnen; im Anschluss an die Ostia erweitert sich der übrige Theil der betreffenden Herzhöhlen ebenso schnell und gleichzeitig im ganzen Umfange. Die genannten Ostia und der übrige Theil einer jeden Herzhöhle sind demnach im Modus der Zusammenziehung und Erweiterung, vorzugsweise mit Rücksicht darauf als gesonderte Momente aufzunehmen, dass die Zusammenziehung und Erweiterung, nachdem sie an den Ostia begonnen, nicht allmählich, undulirend fortschreitet, sondern sofort den gesammten übrigen Theil in Anspruch nimmt. Diese Sonderung ist aber nicht so zu fassen, als ob die Bewegungen an den Oeffnungen vollkommen abgeschlossen sein müssen, bevor an dem übrigen Theile der Herzhöhlen die entsprechenden Veränderungen eintreten; der festere Abschluss der Oeffnungen und die vollkommene Erweiterung fällt vielmehr in die Zeit der Zusammenziehung und Erweiterung des gesammten übrigen Theiles der entsprechenden Herzhöhle; namentlich wird dieses bei der Diastole deutlich. Ein vollkommener Wechsel ist nur in den Bewegungen der beiden Herzhöhlen zu einander ausgesprochen, und hier lässt sich nunmehr hervorheben, dass grade in der Zeit, in welcher die Eingangsöffnung der Vorkammer sich schliesst, auch die Erweiterung des Ostium atrio-ventriculare der Kammer Statt hat. An dem Bulbus aortae sind, so lange derselbe einen mehr gleichmässigen, kurzen Canal darstellt, dergleichen Bewegungsmomente nicht zu unterscheiden; er zieht sich als Nachschlag nach der Contraction der Kammer zusammen, und folgt in gleicher Weise auch bei Erweiterung derselben. Es wird endlich bei den Bewegungen des Herzens auch eine Ortsveränderung bemerkbar. Man beobachtet nämlich, dass die Vorkammer bei jeder kräftigen Zusammenziehung nach hinten und abwärts bewegt wird, d. h. in einer Richtung, die derjenigen entgegen gesetzt ist, in welcher das Blut bei der Zusammenziehung der Vorkammer in die Kammer getrieben wird (Rückstoss). Diese Ortsveränderung des Vorhofs gibt sich auch in dem Blutstrom des mit dem Herzen zunächst zusammenhängenden Venensystems zu erkennen. Bei Zusammenziehung der Kammer ist eine Ortsveränderung nicht wahrnehmbar.

Die *Erscheinungen der Blutbewegung,* wie sie an den Blutkörperchen sich ausspricht, wollen wir zuerst *am Herzen* und an den mit ihm zunächst *in Verbindung stehenden Gefässräumen* aufnehmen. Mit jeder Erweiterung füllen sich die Herzhöhlen mit Blut, mit jeder Zusammenziehung wird dasselbe entleert. Diese Entleerung erfolgt, wie schon angegeben, vollständig; man erkennt in dem Zustande der vollkommensten, normalen Zusammenziehung keine Residuen von Blutkörperchen, weder in dem Vorhof, noch in der Kammer. Bei jeder Erweiterung des Vorhofs bewegen sich die Blutkörperchen des Sinus venosus communis, die dem Ostium venosum gegenüber und etwas zur Seite liegen, desgleichen diejenigen der Ductus Cuv., die zum Ostium venosum unter normalen Verhältnissen eine ähnliche Lage haben, — mit einer der Erweiterung entsprechenden Schnelligkeit in die Höhle des Vorhofs hinein. Ist der Sinus venar. com. stark in die Breite ausgedehnt, was häufig einige Tage nach dem Ausschlüpfen der Embryonen der Fall ist, so sieht man die entfernter vom Ostium venosum gelegenen Blutkörperchen nur wenig oder auch gar nicht ihren Ort verändern. Wiederholen sich die Herzbewegungen ausnahmsweise nur 50—55 Mal in der Minute, so kann es geschehen, dass die Blutkörperchen im Sinus ven. com., desgleichen in den Ductus Cuv. keine andere Bewegung

zeigen, als die, welche eintritt, wenn der Vorhof sich erweitert; befinden sich die Blutkörperchen in Bewegung, so wird gleichwohl bei jeder Erweiterung des Vorhofs die Schnelligkeit derselben auffallend gesteigert und auch die Richtung ganz augenscheinlich in der bezeichneten Weise regulirt. Bei der Ortsveränderung während der Zusammenziehung des Vorhofs drückt der letztere auf die Blutmasse im Sinus venar. com., und die Blutkörperchen machen eine kurze Bewegung zum Dotter hin, um dann bei der unmittelbar darauf folgenden Erweiterung des Vorhofs mit Schnelligkeit in die Höhle desselben einzutreten. Selten wird dieser Rückstoss auch an den Blutkörperchen des Ductus Cuvieri bemerkbar. Da bei der Zusammenziehung des Vorhofs das Ostium venosum den Anfang macht, so erscheint es, als ob die in die Höhle des Vorhofes einströmende Blutmasse mitten in ihrem Strome durch den Verschluss der Oeffnung förmlich abgeschnitten oder aufgehalten wird. Diese Unterbrechung des Blutstroms macht sich, wie wir später sehen werden, in der Blutbewegung der Venen so weit bemerkbar, als an derselben eine mit der Erweiterung des Vorhofs zusammenfallende Bewegung der Blutkörperchen überhaupt oder eine Beschleunigung schon in Bewegung begriffener Blutkörperchen beobachtet wird. Bei normaler Herzthätigkeit endlich tritt während der Zusammenziehung der Vorkammer niemals ein Blutkörperchen und also auch nicht eine Portion Blutes überhaupt aus dem Ostium venosum in den Sinus venar. com. zurück. Was die Erweiterung der Kammer betrifft, so fällt dieselbe, wie schon erwähnt, mit der Zusammenziehung des Vorhofs zusammen, und hat im Gefolge eine geringe Erweiterung des Bulbus aortae. Die Kammer füllt sich hierbei mit dem Blute des Vorhofes, und fast gleichzeitig bewegt sich die Blutsäule der Aorta in den sich mässig erweiternden Bulbus aortae zurück, so dass bei normaler Herzthätigkeit die Blutmasse des Vorhofes und die der Aorta auf der Grenzscheide der Kammer und des Bulbus aortae zusammentreffen. Die Rückwärtsbewegung der Blutsäule in der Aorta bei Erweiterung der Kammer und des Bulbus aortae habe ich so oft beobachtet, dass ich sie für die Regel halten muss, obschon dieselbe in sehr vereinzelten Fällen nicht so auffällig hervortritt; namentlich scheint sie in späteren Entwickelungsstadien der Fischembryonen, wenn der Bulbus aortae auch in seiner Form sich auffallend verändert, gänzlich zu fehlen. Bei der darauf folgenden Zusammenziehung der Kammer und des Bulbus aortae wird die in ihnen enthaltene Blutmasse heraus und in den ausserhalb des Pericardium gelegenen Theil des Bulbus aortae und dessen Hauptäste so hineinbewegt oder hineingepresst, dass die daselbst befindliche Blutmasse von der neu hinzugetretenen in toto, ohne sichtbare Vermischung wie von einem Stempel vorwärts geschoben wird; die neue Blutmasse nimmt genau die Stelle der vorwärts geschobenen ein. Die Erscheinungen, welche gleichzeitig mit den Bewegungen in der Kammer und in dem Bulbus aortae bei der Blutbewegung des Arteriensystems auftreten, werden sogleich besprochen werden; hier genügt, darauf hinzuweisen, dass unter normalen Verhältnissen auch bei der Zusammenziehung der Kammer kein Blut durch das Ostium atrio-ventriculare in die Vorkammer zurücktritt.

Die Erscheinungen der Blutbewegung in den Gefässen soll zunächst bei dem gewöhnlichen, mittleren Maass in der Frequenz der Herzbewegungen geschildert werden.

Wenn das Herz oder genauer die Herzkammer 80—100 Mal in der Minute sich zusammenzieht, so beobachtet man eine ebenso häufige ruckweise Bewegung des Blutes oder richtiger der

ganzen Blutmasse in den *Aortenbogen*, *Aorta* und *deren arteriellen Aesten*. Diese ruckweise Bewegung erstreckt sich in der Aorta öfters nur bis zur Schlinge, durch welche dieselbe in die Vena caudalis inf. übergeht; zuweilen wird sie auch in der Schlinge und selbst in dem zunächst angrenzenden Theile der Vena caudal. inf. sichtbar. Ganz in derselben Weise verhält sich die ruckweise Bewegung des Blutes in den Arterien mit Rücksicht auf die Schlingen, durch welche diese in die respectiven Venen sich fortsetzen. Die bezeichnete Bewegung des Blutes in den Arterien fällt genau mit der Systole der Herzkammer und des dadurch in die Aortenbogen hineingepressten Inhaltes derselben zusammen. Mit jeder Systole der Kammer schliesst ferner sofort die Bewegung in der Blutmasse der Arterie ab; kein Blutkörperchen verändert den Ort, auf welchen es durch den, gleich einem Stempel auf die Blutsäule wirkenden, ausgepressten Inhalt der Kammer gebracht worden ist; — die Blutmasse in den Arterien wird nur ruckweise vorwärts bewegt oder geschoben. Nur da, wo der arterielle Blutstrom in den venösen übergeht, macht sich der Einfluss des letzteren Blutstroms auch auf die Bewegung der Blutkörperchen im ersteren geltend; desgleichen werde ich später auf die bei Dilatation der Kammer und des Bulbus aortae eintretende Rückwärtsbewegung der Blutkörperchen zurückkommen. Bei jeder Vorwärtsbewegung der Blutmasse bewegen sich die in einem und demselben Querschnitt der Aorta gelegenen Blutkörperchen sämmtlich mit gleicher Geschwindigkeit; es ist hierin kein irgendwie bemerkbarer Unterschied zwischen den peripherischen und centralen Blutkörperchen gegeben; nur selten sah ich ein Blutkörperchen dadurch in seinem Laufe gehemmt werden, dass es die Wandungen des Gefässrohres berührte. Dagegen kann es bei aufmerksamer Beobachtung nicht entgehen, dass die Strecke, welche die Blutkörperchen während der Vorwärtsbewegung zurücklegen, am Anfange der Aorta länger ist, als in den Endbezirken des arteriellen Blutstromes, und dass also mit der Zunahme der Blutmasse im Volumen nach den Venen hin oder, wie man sagt, mit Erweiterung des Strombettes eine Abnahme in der Bahnstrecke gegeben ist, welche die Blutkörperchen während einer jeden Vorwärtsbewegung durchlaufen. Auch die Schnelligkeit, mit welcher die Blutkörperchen bei einem jeden Schub, den sie erleiden, vorwärts bewegt werden, lässt eine deutliche Abnahme von der Wurzel der Aorta nach dem Endbezirke des arteriellen Stromes nicht verkennen.

Obgleich nun die Schnelligkeit, mit welcher die Blutkörperchen bewegt werden, desgleichen die Bahnstrecke, welche sie durchlaufen, in den verschiedenen Bezirken des arteriellen Blutstromes die angegebenen Unterschiede darbieten, so ist doch die Zeit, in welche die Bewegung fällt, und ebenso die Dauer, in welcher sie anhält, für alle Blutkörperchen, der Beobachtung nach, dieselbe und gleiche; die Bewegung sämmtlicher Blutkörperchen im arteriellen Blutstrom unserer Embryonen fällt, wie bereits angegeben, mit der Systole der Kammer zusammen und dauert so lange, wie diese. Es ist nicht schwer, sich von der Richtigkeit obiger Angaben zu überzeugen; dennoch muss ich auf eine Erscheinung aufmerksam machen, die gar zu leicht eine unrichtige Vorstellung von der, bei jeder Systole der Kammer stattfindenden Bewegung der Blutkörperchen im arteriellen Strom veranlassen kann. Es ist bekanntlich unausführbar, die gleichzeitig erfolgende Bewegung der Blutmasse im Arteriensystem oder auch nur in der Länge der Aorta

in toto zu fixiren und mit einem Male zu übersehen. Viel leichter erregt unsere Aufmerksamkeit der Umstand, dass in der Blutmasse oder in einer bestimmten Blutsäule die einzelnen Blutkörperchen nur eine kürzere oder längere Strecke vorwärts geschoben werden. Wir zerlegen daher die Blutsäule in einzelne Stücke, und oft genug schreitet unser Blick ganz unwillkürlich über eine längere Bahnstrecke hinweg, die gleichzeitige Bewegung der gesammten Blutmasse in einzelnen, zeitlich und räumlich geschiedenen Akten an den Blutkörperchen aufnehmend. Diese willkürlich oder unwillkürlich ausgeführte Sonderung in der Auffassung der Blutbewegung wird auf die Form und den Ablauf der jedesmaligen Gesammtbewegung der Blutmasse selbst übertragen und so ausgelegt, als ob die mit jeder Systole der Kammer gegebene, gleichzeitige Vorwärtsbewegung der gesammten Blutmasse in Wirklichkeit in räumlich und zeitlich geschiedenen Absätzen ablaufe, und dass also eine Art undulirender oder wellenförmiger Bewegung der Blutmasse vorliege. Es ist nun wohl nicht in Abrede zu stellen, dass auch der Stoss, welcher eine Masse in toto vorwärts schiebt oder bewegt, in der Masse selbst einen zeitlichen Ablauf habe, und dass also der Angriffspunkt sich eher in Bewegung setzen werde, als der gegenüberliegende Endpunkt, wenn es auch scheint, als ob das Ganze auf ein Mal vorwärts rücke; auch zweifele ich nicht, dass dieser zeitliche Ablauf bei einer längeren Blutsäule sichtbar und wahrnehmbar hervortreten werde. Gleichwohl kann dadurch diese Massenbewegung nicht zu einer wirklichen Wasser-Wellenbewegung gemacht werden, und ausserdem ist bei unseren Embryonen, deren längstes Gefäss nicht über 4—6 Mm. hinausgeht, ein zeitlicher Ablauf der vorwärts geschobenen, gesammten Blutmasse durch Beobachtung mittelst des Mikroskops nicht wahrnehmbar. Der unmittelbaren Beobachtung nach lässt sich also nur wiederholen, dass das Blut in den Arterien durch jede bei der Systole der Kammer in die Aorta hineingepresste Blutportion in toto gleichzeitig und auf ein Mal, also ruckweise und nur ruckweise, vorwärts geschoben werde, und dass dabei an den Blutkörperchen eine Abnahme sowohl in der Schnelligkeit, mit welcher dieselben vorwärtsrücken, als in der Bahnstrecke, welche sie durchlaufen, von der Wurzel der Aorta nach den Enden der Arterien hin bemerkbar hervortritt.

An dem Blute der Arterien wird in der gegenwärtigen Entwickelungszeit, wie es scheint normal, eine zweite, eine Rückwärtsbewegung bemerkbar, und diese fällt mit der Diastole der Herzkammer zusammen. Es wurde erwähnt, dass im Anschluss an die Diastole der Kammer auch der Bulbus aortae sich mässig erweitere und in den sich bildenden Hohlraum eine Portion Blutes aus dem benachbarten Raume des Arteriensystemes aufnehme oder aufsauge. An der dadurch herbeigeführten Rückwärtsbewegung der Blutmasse im Arteriensystem participiren der Kiemenarterienstamm, die Aortenbogen, die nächsten Bezirke der von diesen abgehenden Gefässe und die Aorta etwa bis auf ein Drittheil ihrer Länge. An dem unter einem rechten Winkel abgehenden vorderen Aste des freien Theiles des Bulbus aortae war eine Rückwärtsbewegung des Blutes weniger deutlich, auch nicht an den Zwischenwirbelarterien. Die Art und Weise, wie sich das Blut hier rückwärts bewegt, ist genau dieselbe, wie bei der Vorwärtsbewegung. Die ganze

Blutmasse in den bezeichneten Grenzen des Arteriensystems setzt sich mit der Erweiterung des Bulbus aortae, wenigstens der Beobachtung nach, auf ein Mal in Bewegung und wird darin durch den Eintritt der Systole der Kammer unterbrochen. Desgleichen zeigt sich ganz deutlich eine Abnahme in der Schnelligkeit der sich bewegenden Blutkörperchen und in der Bahnstrecke, welche dieselben bei jeder Diastole zurücklegen, vom Herzen nach der Peripherie dieses Bezirkes hin; an den äussersten Punkten finden sich Blutkörperchen, die nur eine kurze Schwankung erleiden.

Zwischen zwei durch die Systole der Kammer bewirkten Vorwärtsbewegungen der Blutmasse im Arteriensystem ist also eine Rückwärtsbewegung gegeben, die sich jedoch nur auf einen, dem Herzen zunächst gelegenen Theil dieser Gefässbahn beschränkt. Bei flüchtiger Beobachtung scheint es, als ob das Blut zunächst dem Herzen nur hin und her bewegt werde, ohne vorwärts zu rücken. Eine genauere Prüfung belehrt uns alsbald, dass die Rückwärtsbewegung der Blutmasse das Vorrücken der letzteren im Arteriensystem nicht aufhebt. Durch die Systole der Kammer wird eine grössere Quantität und zugleich mit mehr Kraft in das Arteriensystem hineingepresst, als bei der Diastole des Bulbus aortae abgeführt. Bevor ich den Blutstrom in den Arterien verlasse, muss ich noch mit wenigen Worten der Erweiterungen und Verlängerungen oder der Veränderungen im Querschnitt und in der Längsaxe der Gefässbahnen gedenken. Obgleich ich öfters meine volle Aufmerksamkeit auf diesen Punkt gerichtet habe und der Ueberzeugung bin, dass, da die Gefässwände auch in dem embryonalen Körper jedenfalls elastische Beschaffenheit besitzen, der Ein- und Austritt dieser Blut-Portionen von Formveränderungen im Bereiche der Arterien begleitet sein müsse, so ist es mir doch nicht möglich gewesen, darauf bezügliche Erscheinungen mit Hilfe des Mikroskops zu erkennen und genau zu verfolgen.

Die Erscheinungen der *Blutbewegung im Bereiche des Venensystems* sind wegen der Unterschiede in der morphologischen Beschaffenheit des Gefässsystems nicht völlig dieselben beim Hecht und den Cyprinoiden. Auch verhält sich der Blutstrom in den Venen auf der ganzen Länge bis zum Herzen hin nicht überall so gleichmässig, wie der Blutstrom in den Arterien, und es wird daher bei der summarischen Betrachtung des Blutkreislaufes und der dabei in den verschiedenen Bezirken wirksamen Kräfte jedenfalls erforderlich werden, eine weiter gehende Sonderung in der Blutbewegung einzuführen. Da gegenwärtig jedoch die Arterien in einfachster Weise bogen- oder schlingenförmig in die Venen übergehen, so erscheint es vorläufig zweckmässig, bei Beschreibung der Erscheinungen der Blutbewegung nur einen Arterien- und einen Venen-Blutstrom zu trennen. Die Stelle, wo die nur ruckweise erfolgende Vorwärtsbewegung des Arterien-Stromes aufhört und der Venen-Blutstrom beginnt, kann, wie erwähnt wurde, variiren; sie kann in den arteriellen Schenkel, sie kann in den Bogen, sie kann endlich auch in den venösen Schenkel der Schlinge fallen, durch welche Arterien und Venen in einander übergehen. Für das Verhalten des Venenstroms ist das gleichgültig; er beginnt da, wo die ausschliesslich ruckweise Vorwärtsbewegung des Arterien-Blutstroms aufhört.

Bei 80—100 Herzschlägen in der Minute verhält sich der Venen-Blutstrom beim *Döbel* im Allgemeinen in folgender Weise. An die nur ruckweise vorwärts geschobene Blutmasse in den

Arterien schliesst sich in allen Venen, in der Vena caudalis inferior, in den Venae intercostales und den Zweigen der Venae jugulares ein continuirlicher Blutstrom an, der periodisch oder ruckweise mässig beschleunigt wird. Derselbe nimmt gewöhnlich nur eine kurze Strecke der Gefässbahn in Anspruch, und es folgt dann ein anfangs langsamer, einfach continuirlicher Blutstrom, der nach den Hauptstämmen des Venensystems an Schnelligkeit mehr oder weniger zunimmt. In den Venae cardinales und jugulares wird der continuirliche Blutstrom von Neuem ruckweise beschleunigt und fliesst so durch die Ductus Cuvieri in den gemeinschaftlichen Sinus der Körpervenen ab, woselbst das Verhalten des Blutes schon beschrieben wurde. Ist der Sinus communis venarum von geringem Umfange und die Ductus Cuv. dem Ostium venosum sehr nahe gerückt, wie gewöhnlich bei älteren Embryonen, so kann es geschehen, dass das Blut im Ductus Cuv., wie in dem Sinus communis ven. *nur ruckweise* und ohne continuirlichen Strom nach dem Herzen hin bewegt wird. Sehen wir von diesem Falle ab, so behalten wir einen Venenstrom, der zunächst gegenüber dem Arterien-Blutstrom durch das *continuirliche Fortströmen der Blutkörperchen und des Blutes ausgezeichnet ist*, und an welchem *ausserdem* in *zwei Gegenden*, nach den Arterien und nach dem Herzen hin, *rhythmische Beschleunigungen* auftreten. Es wurde angegeben, dass der *continuirliche Strom* da, wo er allein vorhanden ist, allmählich an Schnelligkeit zunimmt; eine weitere vergleichende Beobachtung lehrt, dass der ganze continuirliche Strom in den Venen von der Peripherie nach dem Herzen hin im Allgemeinen und zwar eine allmählich zunehmende Beschleunigung zeigt. Die *allmähliche Zunahme der Stromschnelle* wird besonders im Verlauf der Vena caudalis inf. und Venae cardinal., desgleichen in den Aesten und dem Stamm der Vena jugular. bemerkbar; in den Zwischenwirbelvenen, welche unter einem rechten Winkel in einen Hauptabzugscanal des Blutes einmünden, geht der langsame Strom in den schon mehr beschleunigten Zug des Venenstroms daselbst plötzlich über. Ausserdem kann eine Abänderung in der allmählich zunehmenden Stromschnelle des continuirlichen Venenstroms dadurch herbeigeführt werden, dass mitten im Verlaufe einer Vene eine locale Erweiterung oder Verengerung des Strombettes gegeben ist und dadurch eine locale Verlangsamung oder Erhöhung der Stromschwelle bedingt wird. Dieses wird namentlich im Verlauf der Vena caudalis inferior beobachtet, die sich öfters local in einen Gefässplexus auflöset oder zuweilen auch local eine Verengerung ihres Lumen's besitzt. Während des continuirlichen Stromes in den Venen wird häufiger als im Arterienstrom ein Anhalten der Blutkörperchen bei Berührung mit den Wandungen der Gefässe, namentlich da, wo das Blut sehr langsam fliesst, beobachtet.

Die *ruckweise Beschleunigung im continuirlichen Venenstrom* nach der Arterien-Seite hin coincidirt mit der Systole der Herzkammer und dem ruckweisen Vorwärtsrücken des Arterien-Blutstromes. Es wird also durch die Zusammenziehung der Herzkammer nicht allein die während der Diastole stillstehende Blutsäule der Arterien, sondern auch in einer kurzen Strecke das im continuirlichen Strom befindliche Blut in den Venen fortgeschoben, und dieser Schub macht sich als eine Beschleunigung des continuirlichen Flusses bemerkbar. Die Beschleunigung ist an den Blutkörperchen gemeinhin in sehr geringem Grade ausgeprägt und verliert sich ganz unmerklich in

den Abschnitt des Venenstromes, wo das Blut einfach continuirlich fliesst. Die ruckweise Beschleunigung in dem Venenstrom nach dem Herzen hin fällt auch so genau mit der Systole der Kammer zusammen, dass man in einem und demselben Moment die Blutsäule in der Aorta ruckweise vor d. h. vom Herzen ab und in den Ven. cardinal. nach dem Herzen hin ruckweise beschleunigt, sich bewegen sieht. Es liegt aber zu Tage, dass keine Beziehungen zwischen der Systole der Herzkammer und der ruckweise beschleunigten Bewegung in dem Abschnitte des Venenstroms, der zum Herzen hin gelegen ist, bestehen kann, da zwischen Beiden sich eine Bahnstrecke findet, in welcher das Blut einfach continuirlich bewegt wird. Die bezeichnete Beschleunigung steht vielmehr im nächsten Zusammenhange mit der Diastole der Vorkammer; sie dauert so lange, wie diese; sie wiederholt sich ebenso oft und wird, wie die Erweiterung der Vorkammer, durch die Zusammenziehung derselben, insbesondere des Ostium venosum cordis abgeschnitten oder unterbrochen. Da die Systole der Kammer und die Diastole der Vorkammer in ein und dieselbe Zeit fallen, so coincidirt auch das ruckweise Vorwärtsrücken des Blutes in den Arterien und in der Aorta mit der rhythmischen Beschleunigung in dem vorliegenden Abschnitte des Venenstroms. Die beschleunigte Bewegung in dem bezeichneten Bezirke des Venenstromes macht sich an allen Blutkörperchen gleichzeitig geltend; desgleichen bemerkt man eine Zunahme in der Beschleunigung und in der Länge der Bahn, welche die Blutkörperchen in demselben Zeitmomente durchlaufen, von der Peripherie nach dem Herzen hin. Diese Einzelnheiten in der Bewegung des Venenstromes sind nicht so leicht, wie beim Arterien-Blutstrom zu verfolgen, zumal es schon eine gewisse Uebung erfordert, die beiden, gleichzeitig stattfindenden Bewegungen des Venenstromes in dieser Gegend, nämlich den continuirlichen nach dem Herzen zu an Schnelligkeit zunehmenden Strom des Blutes und die mit der Diastole der Vorkammer gegebene periodische Beschleunigung desselben, genügend scharf auseinander zu halten.

Es giebt endlich noch einen Abschnitt im Venenstrom, in welchem das Blut nur ruckweise vorrückt. Derselbe liegt, wie bereits angedeutet wurde, in unmittelbarer Nähe des Herzens, im gemeinschaftlichen Sinus der Körpervenen und umfasst öfters auch mehr oder weniger weit die Blutsäule des Ductus Cuvieri. Schon bei meinen Mittheilungen über die Bewegung des Blutes im Herzen und in nächster Umgebung desselben habe ich hervorgehoben, dass bei jedesmaliger Diastole der Vorkammer das Blut aus dem bezeichneten Bezirke mit einer gewissen Rapidität in die sich erweiternde Höhle der Vorkammer eindringt und in dieser Bewegung durch die Schliessung des Ostium venosum cordis unterbrochen werde. Dies ist die in Rede stehende nur ruckweise erfolgende Bewegung der Blutmasse im Venenstrom. Sie fällt genau mit der rhythmischen Beschleunigung in dem angrenzenden continuirlichen Venenstrom zusammen, und man kann nunmehr sagen: mit jeder Diastole der Vorkammer wird die Blutsäule in den mit dem Herzen zunächst zusammenhängenden Venen ruckweise gegen die Vorkammer hin und in die sich erweiternde Höhle derselben hineinbewegt oder — was sich mehr und mehr herausstellen wird — angezogen; dieser der Blutmasse ertheilte Schub giebt sich dort, wo das Blut im continuirlichen Fluss sich befindet, als Beschleunigung desselben, an der Stelle dagegen, wo das Blut mehr oder weniger im ruhenden Zustande vorliegt, als ein einfaches Vorrücken zum Herzen zu erkennen. In allen Einzelnheiten der Bewegung, die

namentlich an den sich bewegenden Blutkörperchen zu studiren sind, zeigen sich die auffallendsten Uebereinstimmungen mit dem Arterien-Strom; der hauptsächlichste Unterschied besteht darin, dass die Kraft, durch welche die Blutsäule im Venenstrom daselbst in Bewegung gesetzt wird, während der Diastole der Vorkammer, diejenige des Arterien-Stromes dagegen durch die Systole der Kammer entwickelt wird.

Wer mit Umsicht die Beobachtungen anstellt, wird die Erscheinungen finden, wie ich sie mitgetheilt habe. Bei flüchtiger Beobachtung kann sich uns leicht die Beschleunigung des continuirlichen Venenstromes und das ausschliesslich ruckweise Vorrücken des Blutes in der Nähe des Herzens entziehen; man statuirt einen einfach continuirlichen Strom bis zum Ostium venosum atrii hin, lässt durch denselben diese Oeffnung und die ganze Vorkammer erweitert werden und sucht eben nur eine Erklärung für die rhythmischen Hemmungen des Blutstromes: entweder in der Schliessung des Ostium venosum, oder in dem bei der Systole der Vorkammer auftretenden Rückstoss oder in der negativen Welle, welche beim Abschöpfen einer Portion Blutes durch die Erweiterung der Vorkammer in der Flüssigkeit erzeugt wird. Es liegt wohl zu Tage, dass die Erscheinungen des Blutstromes mit diesen Erklärungsweisen mehr oder weniger im Widerspruch sich befinden. Die negative Welle, welche immerhin nur die rhythmische Beschleunigung im continuirlichen Blutstrom erklären könnte, müsste ihre Wirkungen auf die Bewegung der Blutmasse nach der Diastole und nicht, wie es der Fall ist, gleichzeitig mit derselben geltend machen. (Vergl. Erläuterungen des Kreislaufes). Der mit der vollendeten Systole der Vorkammer eintretende Rückstoss bewegt, wie bereits erwähnt, die Blutkörperchen nach hinten und abwärts; er kann zuweilen auch den Blutkörperchen in dem Ductus Cuv. eine rückgängige Bewegung ertheilen und weiter vom Herzen ab möglicher Weise einen Stillstand im continuirlichen Venenstrom bewirken; er kann aber in keiner Weise zur Erklärung der mit der Diastole des Atriums ablaufenden, rhythmischen Vorwärtsbewegung der Blutmasse im bezeichneten Venenstrom verwerthet werden. Die rhythmische Schliessung des Ostium venosum endlich erklärt ganz richtig, wie auch hervorgehoben wurde, die rhythmische Unterbrechung derjenigen Bewegung der Blutsäule, welche während und durch die Diastole der Vorkammer eintritt und vermittelt wird; auf den, wie sich später zeigen wird, durch die bestehende Druckdifferenz im Blute vermittelten continuirlichen Venenstrom dagegen hat sie gar keine Einwirkung, da derselbe ganz unverändert während des Schlusses der Oeffnung und der Systole der Vorkammer fortdauert.

Fassen wir obige Mittheilungen über die Blutbewegung des Döbels bei 80—100 maligen Herzschlägen in einer Minute übersichtlich zusammen und denken wir uns hierbei, zur Vereinfachung der Vorstellungen, die ganze Gefässbahn in Form einer einfachen Schlinge, deren arterieller Schenkel mit der Herzkammer, deren venöser mit der Vorkammer in Verbindung steht, so lassen sich dieselben in folgenden Worten geben. In einem und demselben Zeitmomente wird das Blut im Arterienschenkel bei der Systole der Kammer und durch die dadurch in die Gefässbahn gepresste Portion Blutes, wie durch einen Stempel, vorwärts geschoben oder vom Herzen abbewegt, und im venösen Schenkel mit jeder Diastole der Vorkammer und durch die dadurch herbeigeführte Erweiterung der Blutbahn zum Herzen hinbewegt oder angezogen. Die durch die Systole der

Kammer und durch die Diastole der Vorkammer entwickelten Triebkräfte erleiden vom Herzen zur Peripherie der Gefässschlinge eine allmähliche Abnahme; die durch sie unmittelbar bewirkte Massen-Bewegung des Blutes erstreckt sich im arteriellen Schenkel bis etwa in den Bogen der Schlinge hinein, im venösen Schenkel bis etwa an das Ende des ersten Drittheiles, vom Herzen abgerechnet. Ausserdem zeigt sich in dem Bogen der Schlinge und in dem angrenzenden, venösen Schenkel gewöhnlich bis zu den Ductus Cuvieri und also bis in die Nähe des Herzens hin ein continuirlicher allmählich an Schnelligkeit zunehmender Strom des Blutes. An den beiden Enden, wo dieser Blutstrom in das Gebiet der Blutbahn hinübergreift, welches noch von den unmittelbar durch die Systole der Kammer und durch die Diastole der Vorkammer entwickelten Triebkräfte beherrscht wird, bemerkt man eine entsprechende, also rhythmisch sich wiederholende Beschleunigung des continuirlichen Flusses. Erscheinungen von Wasser-Wellenbewegungen und von Wellenbewegungen überhaupt sind weder im arteriellen, noch im venösen Schenkel bemerkbar. Dagegen macht sich im arteriellen Schenkel bei jeder Erweiterung der Kammer und des Bulbus aortae eine theilweise rückgängige Bewegung der Blutsäule, und im venösen Schenkel der durch den Rückstoss der Vorkammer bewirkte Druck auf die angrenzende Blutmasse bemerkbar.

Die *Blutbewegung in den Gefässen des Döbels* erleidet eine theilweise Abänderung *bei Verlangsamung und Beschleunigung der Herzbewegungen* in einer Minute über das bisher angenommene mittlere Maass hinaus. Da neue Momente in den Bewegungserscheinungen nicht hervortreten, so kann ich mich in der Beschreibung kürzer fassen.

Sinken die Herzschläge auf 70—60—50 *in der Minute herab,* ohne dass zugleich eine Abschwächung in der Zusammenziehung und Erweiterung der Herzhöhlen gegeben ist, so zeigen sich die Veränderungen der Blutbewegung vorzugsweise im Venen-Strom. Mit der Abnahme in der Frequenz der Herzbewegungen nimmt im gleichen Maasse die Bahnstrecke im Venenstrom an Länge ab, in welcher das Blut continuirlich fliesst, und dagegen derjenige Abschnitt an Länge zu, in welchem die Blutsäule mit der Erweiterung der Vorkammer in Bewegung gesetzt wird. Zugleich bemerkt man, dass auch die durch die Systole der Kammer und durch die Diastole der Vorkammer bedingten, rhythmischen Beschleunigungen des continuirlichen Venenstroms mehr oder weniger aufhören, ja gänzlich zu schwinden scheinen, und dass also in dem grössten Bezirke der Venenbahn, in den Ductus Cuvieri, in dem Stamm und in den Aesten der Venae jugulares, in den Venae cardinales und in einem Theile der Vena caudalis inferior, desgleichen selbst theilweise in den Venae intercostales, die Blutmasse mit jeder Diastole der Vorkammer grade so ruckweise und nur ruckweise zum Herzen hin, wie in dem Arterien-Strom vom Herzen ab, in Bewegung gesetzt wird. An einem Embryo des Döbels, dessen Herz in einer Minute sich etwa 60 mal zusammenzog und erweiterte, sah ich den einfach continuirlichen, nirgend deutlich rhythmisch beschleunigten Strom auf eine ganz kurze Strecke der Vena caudalis inferior in der Nähe des Uebergangs-Bogens zur Aorta beschränkt; in der Aorta bis zu dieser Stelle wurde die Blutsäule mit jeder Systole der Kammer ruckweise vorwärts geschoben und in einem grossen Theile der Vena caudalis inferior, in den Venae cardinales, Ductus Cuvieri und Sinus venar. communis mit jeder

Erweiterung der Blutbahn durch die Diastole der Vorkammer nur ruckweise angezogen. Aehnlich verhielt sich der Venenstrom in allen übrigen Venen. Ich habe sogar einen Fall verzeichnet, in welchem an der Schlinge zwischen Aorta und Vena caudalis inferior kein deutlich ausgesprochener continuirlicher Blutstrom sichtbar war, und der Arterienstrom an dieser Stelle unmittelbar in den nur ruckweise fortrückenden Venenstrom der Vena caudalis inf., Vena cardinalis etc. überzugehen schien. In den Intercostalvenen und in den weiten Verbindungsbogen, durch welche die Kopfarterien in die Aeste der Venae jugulares sich fortsetzen, machte sich hier, auf eine kurze Strecke, noch ein continuirlicher Venenstrom bemerkbar.

Steigt die Frequenz der Herzbewegungen beim Döbel über das angegebene mittlere Maas hinaus, so tritt bald, bei 120—140 kräftigen Schlägen in der Minute, der Moment ein, in welchem vor unserem Auge im ganzen Gefässsystem das Blut continuirlich fortzufliessen scheint. Dieser continuirliche Strom scheint vom Ostium arteriosum des Herzens nach den Endschlingen der Gefässe hin an Schnelligkeit abzunehmen und durch jede Systole der Kammer eine Beschleunigung zu erfahren; er zieht dann einfach fortfliessend doch mit zunehmender Schnelligkeit zum venösen Ende des Herzens hin und markirt hier, in den an das Herz zunächst angrenzenden Venenstämmen, jeden Abschluss des Ostium venosum atrii durch eine schnell vorübergehende Schwankung, ohne jedoch die durch die Diastole der Vorkammer herbeigeführte Beschleunigung deutlich unterscheiden zu lassen. Ich habe schon bei Gelegenheit der Herzbewegungen darauf hinweisen müssen, dass bei einer gewissen Frequenz in dem Wechsel der Zustände eines Körpers die Nachbilder, wie bekannt, in die unmittelbar erregten sinnlichen Eindrücke überfliessen und sich mit ihnen vermischen, so dass in uns eine totale Sinnesvorstellung hervorgerufen wird, die der Wirklichkeit nicht entspricht; eine solche Sinnestäuschung liegt auch hier vor: der continuirliche Strom in den Arterien ist nur scheinbar, und ebenso der Mangel jeder durch die Dilatation des Atriums vermittelten Beschleunigung im Venenstrom. Man kann sich am leichtesten von der Richtigkeit dieser Behauptung an narcotisirten Embryonen überzeugen. Es geschieht hier nicht selten, dass nach sehr frequenten Herzbewegungen (130—150 in der Minute) mit den so eben geschilderten Bewegungserscheinungen im Blutstrom der Gefässe plötzlich eine Anzahl weniger frequenter Herzschläge (60—80 in d. M.) folgt. Wäre nun der continuirliche Fluss in den Arterien wirklich in so ausgebreiteter Weise vorhanden, so müsste derselbe bei Verlangsamung der Herzschläge wenigstens für einige Augenblicke anhalten; er hört aber eben so plötzlich auf, wie die Frequenz der Herzbewegungen und es zeigt sich sofort der Blutstrom grade so, wie er bei einer Frequenz von 60—80 Herzschlägen in der Minute sich zu erkennen giebt; d. h. die Blutmasse in den Arterien wird mit jeder Systole der Kammer nur ruckweise vorwärtsgeschoben, und im Venenstrom macht sich sofort die mit der Erweiterung der Vorkammer gegebene Beschleunigung im Bereiche des continuirlichen Flusses und die nur ruckweise Bewegung der Blutmasse zunächst dem Herzen bemerkbar. Der einzige Unterschied, den ich beobachtete, ist der, dass der continuirliche Blutstrom des Venensystems sich etwas namentlich nach der Arterienseite hin erweitert hatte und regelmässig die ganze Schlinge, durch welche die Arterien in die Venen übergehen, und selbst die Arterienenden in Anspruch nahm.

Eine genaue Beobachtung der Blutbewegung in den Gefässen bei so turbulenten Bewegungen des Herzens ist also nicht ausführbar. Dennoch giebt es *zwei Erscheinungen*, durch die man auf die richtige Würdigung der Blutbewegung in den Gefässen geleitet werden kann. Die eine Erscheinung habe ich schon berührt; sie zeigt sich in der eigenthümlichen Schwankung, welche mit jeder Schliessung des Ostium venosum der Vorkammer an der Blutmasse in den dem Herzen zunächst gelegenen Venenstämmen wahrgenommen wird. Diese Schwankung kann, wie oben gezeigt wurde, nur als eine Unterbrechung derjenigen Wirkung angesehen werden, welche mit jeder Dilatation der Vorkammer auf die zunächst angrenzende Blutmasse ausgeübt wird; dieselbe muss also vorhanden sein, obgleich sie nicht unterschieden werden kann. Die zweite Erscheinung giebt sich beim Vergleich der Schnelligkeit des Blutstromes in der Aorta und in der darunter liegenden Vena cardinalis zu erkennen. Das Blut scheint nämlich in der Aorta langsamer zu fliessen, als in der Vena cardinalis, weil dasselbe während des Flusses sich körniger darstellt und deutlicher die Blutkörperchen unterscheiden lässt, als in der Vena cardinalis. Diese Erscheinung deute ich mir so, dass in die sinnliche Vorstellung vom continuirlichen Blutstrom in der Aorta auch der momentane Stillstand der Blutsäule während der Diastole der Kammer übergegangen ist; denn schon bei 100 Herzschlägen in der Minute sind an der durch die Systole der Kammer fortgeschobenen Blutsäule kaum noch die Blutkörperchen zu unterscheiden. Man kann also sagen, dass, während auf der einen Seite durch das Nachbild der in Bewegung begriffenen Blutmasse im Arterienstrom die Sinnes-Vorstellung eines continuirlichen, nur rhythmisch beschleunigten Flusses erweckt wird, so auf der anderen Seite durch das Nachbild der momentan ruhenden Blutsäule die sinnliche Vorstellung einer mehr körnigen, scheinbar langsamer fortbewegten Blutmasse.

Die Erscheinungen der Blutbewegung in den Gefässen bei *Hechtembryonen* zeigen im Wesentlichen dasselbe gesetzliche Verhalten wie beim Döbel, doch ist der Ausdruck desselben wegen der verschiedenen, anatomischen Beschaffenheit der Gefässbahn modificirt.

Bei Hechtembryonen des vorliegenden Entwickelungsstadiums hat die Aorta einen kürzeren Verlauf und geht bald hinter dem Orificium ani in die Vena caudalis inferior über. Es fehlen ferner die Venae cardinales, und die Vena caudalis inf. zieht an der unteren Bauchwand weiter, um durch Vermittelung des ausserordentlich breiten, doch sehr flachgedrückten Gefässraumes an der Oberfläche des Nahrungsdotters (Couche hématogène, vorderer Abschnitt der Vena abdominalis inf. s. ant.) in die Ductus Cuvieri einzumünden. Grade der Zustand der ersten Blutbahn, in welchem der vordere Abschnitt der Vena abdominalis sich noch nicht in ein Gefässgeflecht umgewandelt hat, gewährt den Erscheinungen der Blutbewegung ein besonderes Interesse. Bei etwa 80—100 Herzbewegungen in der Minute fliesst das Blut in den Arterien, wie beim Döbel, nur ruckweise vorwärts; an den Endbogen und Schlingen der Gefässbahn beginnt der continuirliche, nach dem Herzen hin allmählich an Schnelligkeit zunehmende Venenstrom, der jedoch am Rumpfe auf einer längeren Strecke, als beim Döbel, bei jeder Systole der Kammer beschleunigt wird. An der Vena caudalis inf. zeigt sich die Zunahme der Stromschnelle des continuirlichen Flusses und die rhythmische Beschleunigung gewöhnlich bis zur Einmündungsstelle in das weite Gefäss in der Umgebung des Nahrungsdotters. Hier

hört die systolische Beschleunigung des continuirlichen Venenstroms auf und zugleich stellt sich eine ziemlich rasche Abnahme in der Stromschnelle ein. Die Blutkörperchen zerstreuen sich in dem weiten Gefässraum, ihr Lauf wird sehr langsam, die Richtung, in der sie ziehen, unbestimmt, wenn auch im Allgemeinen der Zug nach dem Herzen eingehalten wird; nicht selten werden sie durch die Contractionen des Nahrungsdotters von der allgemeinen Richtung ihres Laufes abgelenkt und zu seitlichen Bewegungen veranlasst; gegen die Mitte des Dotters hin bleiben einzelne Blutkörperchen momentan in Ruhe. Verfolgt man nun den Blutstrom über die Mitte des Dotters hinweg nach dem Herzen hin, so gewahrt man deutlich, dass die Blutkörperchen mit jeder Diastole der Vorkammer wieder ruckweise Bewegung annehmen und dabei von allen Seiten her die bestimmte Richtung nach den Einmündungsstellen des weiten Gefässes in die Ductus Cuvieri verfolgen. Diese ruckweise Bewegung des Venenstroms verhält sich in allen Einzelnheiten, wie beim Döbel in derselben Gegend. Gegen die Mitte des weiten Gefässes hin combinirt sie sich mit dem langsamen continuirlichen Blutstrom und macht sich, weiter entfernt vom Herzen, nur als eine mässige Beschleunigung desselben geltend; näher zum Herzen hin wird das Blut schneller und nur ruckweise fortgeschoben. Grade bei Hechtembryonen werden die *Wirkungen der Erweiterung des Atriums auf die Bewegung der Blutmasse* so recht *augenscheinlich*, wenn man namentlich die ruhende Blutmasse fixirt, welche im bezeichneten weiten Gefässe ganz vorn und von der unteren Fläche des Bauches her nach der oberhalb gelegenen Einmündungsstelle in den Ductus Cuvieri portionsweise förmlich heraufgepumpt wird. Ganz besonders auffällig sind diese Erscheinungen, wenn die Herzbewegungen in der Frequenz abnehmen.

Von besonderem Werthe für die Studien über die Blutbewegung werden die Hechtembryonen dadurch, dass sie uns in der auffälligsten Weise den *Einfluss der Erweiterung der Blutbahn* oder des Flussbettes *auf die Strömungsgeschwindigkeit* vor Augen führen. Beim Döbel nimmt der continuirliche Venenstrom in der Vena caudal. inf. und Vena cardinalis nach dem Herzen hin allmählich an Geschwindigkeit zu, entsprechend der Abnahme des Venensystems am Rumpfe im Gesammtlumen und der portionsweisen Abführung von Blutmassen in nächster Umgebung des Herzens. Bei Hechtembryonen ist die lacunenartig erweiterte Vena abdominalis ant. s. inf. zwischen die Ductus Cuvieri und die Vena caudalis inferior mit ihrer Fortsetzung am Bauche eingeschoben. Die Zunahme der Geschwindigkeit im continuirlichen Venenstrom markirt sich nur bis zu dem genannten Gefässraum; dann zeigt sich sofort die allmählich zunehmende Verlangsamung der Stromschnelle. In der Mitte dieses Gefässraumes, der ganz nahe dem Herzen liegt, bewegen sich die Blutkörperchen selbst langsamer als in den Intercostalvenen. Diese Verlangsamung der Stromschnelle findet auch dann Statt, wenn der weite Abschnitt der Vena abdominalis ant. einige Tage nach dem Ausschlüpfen des Embryo sich in ein Gefässnetz verwandelt hat; sie erreicht aber nicht den hohen Grad, da das Gesammtlumen des Gefässnetzes kleiner ist, als der Querschnitt des einen weiten Gefässabschnittes, welches durch Bildung oft ansehnlicher breiter Septa in das Gefässnetz übergegangen ist.

b) Erscheinungen des Blut-Kreislaufes unter abnormen Verhältnissen.

Die Abweichungen von der normalen Blutbewegung, die hier besprochen werden sollen, sind durch Unregelmässigkeiten in den Herzbewegungen herbeigeführt. Höchst selten begegnet man bei Fischembryonen Störungen des Kreislaufes, deren erste Ursache in einer pathologischen Veränderung der Arterien oder Venen zu suchen ist; man hat es hier in den meisten Fällen mit den Folgen zu thun, welche durch abnorme Herzthätigkeit veranlasst werden. Unabhängig von den Herzbewegungen kommen Störungen der Blutbewegung im Gefässsystem in jenen Gegenden vor, wo neue Gefässschlingen sich gebildet haben, welche mit ihrem Inhalt noch nicht in gehörig offene Verbindung mit dem bestehenden Kreislauf getreten sind. Die hierauf bezüglichen Erscheinungen sind bereits bei Gelegenheit der Blut- und Blutgefäss-Bildung besprochen worden; sie haben für uns hier ein untergeordnetes Interesse.

Unregelmässigkeiten in den Herzbewegungen werden häufig während des Ausschlüpfens der Embryonen aus der Eihülle, desgleichen kurz vor und nach demselben beobachtet, wobei gewöhnlich zu gleicher Zeit Hydrops pericardii gegeben ist. Von dem Verhalten des Herzens unter solchen Umständen war schon früher bei der Blutgefässbildung die Rede. Auch die im Absterben begriffenen oder aus unbekannten Ursachen an Hydrops pericardii leidenden Embryonen bieten eine gute Gelegenheit dar, Störungen des Kreislaufes bei anomaler Herzthätigkeit zu verfolgen. Vor Allem empfehlungswerth ist die Beobachtung narcotisirter Fischembryonen, zumal die bei ihnen auftretenden Unregelmässigkeiten in den Herzbewegungen ihren Einfluss auf eine bisher normal sich verhaltende Circulation des Blutes geltend machen. Zu meinen Versuchen verwendete ich: Aqua laurocerasi, Strychninum nitricum, Tinct. opii simplex, ein starkes Infus. digitalis und Nicotin. Das Infus. digitalis hat meinen Erwartungen nicht entsprochen; Nicotin wirkt zu heftig; es tritt sehr bald Opisthotonus und der Tod ein. Aqua laurocerasi und Strychninum nitricum habe ich mit den günstigsten Erfolgen gebraucht. Liegt der Embryo in einem mit Wasser gefüllten Uhrgläschen, so genügen einige Tropfen von Aqua laurocerasi und ein Tropfen der concentrirten Lösung von Strychn. nitric. Nach einigen heftigen Bewegungen werden die Embryonen ruhig und liegen dann unbeweglich auf der Seite. Das Strychnin wirkt schneller und eindringlicher, doch habe ich selbst mehrere Tage die Embryonen lebend erhalten. In den folgenden Mittheilungen werde ich zuerst die Veränderungen an der Herzthätigkeit, dann das Verhalten der Blutbewegung beschreiben.

Die durch die Narcotisation herbeigeführten Veränderungen in der Herzthätigkeit beziehen sich auf die Frequenz, auf den Rhythmus, auf den Modus, endlich auch auf die Kraft der Bewegungen; es können Abweichungen von dem normalen Verhalten nach allen Richtungen hin zu gleicher Zeit eintreten, es können verschiedene Combinationen gegeben sein, es kann auch, obschon in seltenen Fällen, die eine oder die andere Anomalie allein vorliegen.

Unmittelbar nach der Einwirkung des Giftes ist die Frequenz der Herzbewegungen ausserordentlich gesteigert; oft folgen die Schläge so rasch aufeinander, dass sie nicht genau gezählt

werden können. Sehr bald jedoch nimmt die Frequenz ab; es wiederholen sich die Herzbewegungen nur 70, 60, 40, selbst 30mal in der Minute. Ist dabei die Alternation in der Systole und Diastole der Kammer und Vorkammer nicht gestört, und sind die Bewegungen nicht zu sehr abgeschwächt, dann hat man die schönste Gelegenheit zu beobachten, dass in eine und dieselbe Zeit die Erweiterung der einen Herzhöhle und die Zusammenziehung der anderen fällt. Erst bei kräftigerer Einwirkung der narcotischen Mittel treten Unregelmässigkeiten im Rhythmus und Modus der Herzbewegungen auf.

Hinsichtlich des Rhythmus lassen sich zwei verschiedene Momente aufnehmen; man beachtet 1) das Verhalten der einzelnen Herzhöhlen zueinander in Betreff der Zusammenziehung und Erweiterung, 2) das Verhalten beider Herzhöhlen in ihrer Bewegung bei der zeitlichen Aufeinanderfolge, also den Rhythmus in der Wiederholung dieser Bewegungen oder der sogenannten Herzpulsationen. Bei normaler Herzthätigkeit beobachtet man, dass in einem und demselben Zeitmoment die eine Herzhöhle grade sich erweitert, wenn die andere sich zusammenzieht, und dass also ein vollständiger Wechsel in der Erweiterung und Zusammenziehung der einzelnen Herzhöhlen gegeben ist. Wir sehen ferner, dass hiermit zugleich eine vollständige Alternation in der zeitlichen Aufeinanderfolge der Herzbewegungen beider Herzhöhlen in Verbindung steht, indem in jedem nächsten Zeitmoment gerade diejenige Herzhöhle in der Systole sich befindet, welche vorher in der Diastole vorlag, und umgekehrt. Diese Bewegungen endlich wiederholen sich regelmässig ohne irgend welche Intermissionen und Abänderungen. Bei länger andauernder Narcose tritt nun gewöhnlich der Fall ein, dass die Herzpulsationen sich nicht mehr im gleichmässigen Tempo wiederholen. Zwischen Herzbewegungen, welche eine Frequenz von 70, 80, selbst 120 Schlägen in der Minute erreichen würden, fallen einzelne oder eine Anzahl von Herzbewegungen in einem viel langsameren Tempo; nicht selten sogar setzt das Herz seine Bewegungen ganz aus; es entstehen Pausen (mit den Herzhöhlen in der Diastole) von einigen Sekunden, ½ Minuten, von fünf Minuten und länger. Es stellen sich dann die Herzbewegungen wieder von selbst ein, oder sie lassen sich auch durch einen Schlag auf den Objecttisch, durch eine Erschütterung des Uhrgläschens wieder erwecken. Bei grosser Schwäche des Embryo und der Herzthätigkeit geht auch die Alternation der einzelnen Herzbewegungen mehr oder weniger verloren. Nach einer Pause sah ich öfters die Vorkammer 2—3mal sich zusammenziehen und erweitern, bevor die Kammer folgte, und dieses kann sich mehrere Male hinter einander wiederholen; der umgekehrte Fall ist mir nicht vorgekommen. Desgleichen habe ich öfters beobachtet, dass die alternirende Bewegung der einzelnen Herzhöhlen hinsichtlich der Systole und Diastole, so zu sagen, den Uebergang zu einer undulirenden machte. Die Zusammenziehung der Vorkammer setzt sich schnell auf die Kammer so fort, dass einen Augenblick die Systole beider Herzhöhlen zusammenfallen; aber die Vorkammer befindet sich dann gerade im festen Abschluss, während die Kammer auf dem Wege zum Abschluss begriffen ist. Ebenso folgt die Diastole der Herzhöhlen schnell aufeinander, und auch hier giebt es fast noch auffallender einen Zeitmoment, wo beide Herzhöhlen in der Diastole vorliegen. Eine genauere Beobachtung zeigt auch hier, dass in solchem Momente die eine Herzhöhle auf dem

Wege zur stärksten Erweiterung begriffen ist, während die andere aus der Systole in die Diastole übergeht. Die Alternation in der Systole und Diastole der einzelnen Herzhöhlen ist unvollständig geworden durch das Uebergreifen der Bewegungen derselben in einander; man kann von einer Alternation der einzelnen Herzhöhlen, man kann auch von einer Systole und Diastole des ganzen Herzens sprechen; man kann in den Herzbewegungen vier Takte aufnehmen, man kann sich auch auf drei beschränken, wenn man gerade die Aufmerksamkeit auf die gemeinschaftliche Diastole beider Herzhöhlen richtet etc. Es kann endlich auch jede Alternation beider Herzhöhlen aufhören und eine reine undulirende Bewegung vom Ostium venosum nach dem Ostium arteriosum hin hervortreten; in diesem Falle markirt sich keine besondere Unterbrechung an dem Ostium atrio-ventriculare. Ich habe schon früher mitgetheilt, dass solche Fälle auch bei Hydrops pericardii beobachtet werden. Bei demselben Herzen also, welches unter normalen Verhältnissen deutlich zwei Herzhöhlen und eine vollkommene Alternation in der Systole und Diastole dieser Höhlen zeigte, können die Abtheilungen verloren gehen, der Wechsel in der Bewegung gänzlich schwinden und eine undulirende oder wurmförmige Bewegung sich geltend machen. Auf dem Uebergange zu dieser Bewegung tritt ein Zustand in der Herzthätigkeit auf, in welchem eine theilweise Alternation und ein theilweises Zusammenfallen der Systole und Diastole jeder Herzhöhle gegeben ist; aus dem ²/₄ Takt ist ein ⁴/₄ Takt geworden.

Die Dauer der vier Momente, welche bei diesem Ablauf der Bewegungen der Herzhöhlen gegeben sind, kann gleich, sie kann auch verschieden ausfallen; aber es gehört eine nur einfache Ueberlegung dazu, sich zu überzeugen, dass man sehr selten in der Lage sein werde, in Grundlage der Gesichtswahrnehmung, wie es nicht anders geschehen kann, eine einigermaassen genaue Berechnung anzustellen. Wenn das Herz auch nur 60 mal in der Minute schlägt, so haben wir während des Ablaufes, so zu sagen, eines jeden Herzschlages, vier zeitlich aufeinanderfolgende Zustände des Herzens*) mit den Augen aufzunehmen, voneinander zu sondern, und gegeneinander abzuwägen, um die Zeitdauer jedes einzelnen Zustandes bemessen zu können. Wir haben gesehen, dass, wenn der ruckweise Blutstrom in der Aorta sich über 100 mal, etwa 120—130 mal in der Minute wiederholt, die sinnlichen Eindrücke mit den Nachbildern sich vermischen und ein scheinbar continuirlicher Strom wahrgenommen wird; bei 240 verschiedenen Bewegungsmomenten in der Minute ist das Ineinandergreifen der unmittelbaren sinnlichen Eindrücke mit den Nachbildern unvermeidlich und also eine wahrheitsgetreue Beobachtung, die als Grundlage für die Berechnung der Zeitdauer dienen soll, unmöglich. Wie verschieden sind nicht auch die Angaben über das rhythmische Verhalten der Herzbewegungen bei höheren, schon entwickelten Thieren ausgefallen? Günstiger gestaltet sich die Beobachtung bei vollkommener Alternation der Herzhöhlen in Bezug auf Systole und Diastole. Zu einem Cyclus der Herzthätigkeit, zu einer Herzpulsation gehören hier zwei Zustände des Herzens;

*) Die zu einem Cyclus gehörigen 4 Bewegungszustände sind: 1) beginnende Systole der Vorkammer und Diastole der Kammer im höchsten Stadium; 2) im Abschluss begriffene Systole der Vorkammer und beginnende Systole der Kammer; 3) beginnende Diastole der Vorkammer und im Abschluss begriffene Systole der Kammer; 4) Diastole der Kammer im höchsten Stadium und Diastole der Vorkammer im Beginn.

in dem einen mag die Vorkammer in der Systole, die Kammer in der Diastole gegeben sein, in dem zweiten ist dann die Vorkammer in der Diastole, die Kammer in der Systole. Pulsirt das Herz 60mal in der Minute, so hat die Beobachtung ½ Sekunde für jeden einzelnen Bewegungszustand des Herzens. Reiner und genauer wird übrigens auch hier die Beobachtung erst bei einer geringeren Frequenz der Herzbewegungen.

In Betreff des Modus der Herzbewegungen habe ich darauf hingewiesen, dass unter normalen Verhältnissen sowohl bei der Systole als bei der Diastole der einzelnen Herzhöhlen sich eine Trennung der Ostia (venosum und atrioventriculare) und des gesammten übrigen Theiles der Herzhöhle zu erkennen gebe. Bei längerer Einwirkung der Narcotica, namentlich aber sobald die Alternation in den Bewegungen der Kammer und Vorkammer aufzuhören beginnt, ist auch diese Sonderung nicht mehr bemerkbar. Desgleichen habe ich öfters beobachtet, dass bei noch vorhandener Alternation die Herzhöhlen nicht auf ein Mal, sondern in zwei deutlich geschiedenen Absätzen die Zusammenziehung vollbrachten. (Pulsus dicrotus?). Ich habe diesen Modus der Zusammenziehung öfter bei der Kammer, als bei der Vorkammer, ein paar Mal bei beiden zugleich wahrgenommen. Es contrahiren sich hierbei die Höhlen zuerst bis auf etwa ein Viertheil ihres Querdurchmessers, und, ohne dass alsdann eine Erweiterung eintritt, folgt unmittelbar darauf der zweite Akt der Zusammenziehung, wodurch der vollkommene Abschluss der Höhle herbeigeführt wird. Eine solche absatzweise oder unterbrochene Dilatation der Herzhöhlen habe ich nicht mit Sicherheit unterscheiden können. Doch werde ich später über eine Erscheinung in der Blutbewegung zu berichten haben, die möglicher Weise so gedeutet werden könnte, dass auf eine schnell ablaufende Erweiterung der Herzhöhlen, namentlich der Vorkammer, noch eine ganz allmählich fortgehende stärkere Ausdehnung folge.

Bei länger andauernder Narcose macht sich endlich auch eine Abschwächung und theilweise Lähmung der Herzthätigkeit bemerkbar; zuweilen erholt sich der Embryo wieder, in anderen Fällen tritt gänzlicher Stillstand des Herzens und der Tod ein. Am frühesten zeigt sich diese Abschwächung am Ostium atrioventriculare; dasselbe schliesst sich nicht so fest und auch nicht so schnell, es scheint sich auch nicht in dem Grade, wie unter normalen Verhältnissen, zu erweitern, es bleibt auch wohl unbeweglich in einem mittleren Oeffnungszustande stehen. Nahezu um dieselbe Zeit pflegt auch der Bulbus aortae sich nicht mehr zu schliessen; am spätesten werden ähnliche Lähmungserscheinungen, wie am Ostium atrioventriculare auch am Ostium venosum sichtbar. Neben der theilweisen Lähmung des Ostium atriovent. kann noch eine ziemlich kräftige Systole der Kammer und vollends der Vorkammer bestehen, und auch hierin giebt sich die schon angedeutete Sonderung im Modus der Herzthätigkeit zwischen den Ostia und dem übrigen Theile der Herzhöhlen zu erkennen. Weiterhin nehmen aber auch die ganzen Herzhöhlen an der Abschwächung Theil (gewöhnlich zuerst die Kammer); und dieses macht sich sofort dadurch bemerkbar, dass nunmehr der Inhalt nicht vollständig entleert wird.

Zu den durch Narcose herbeigeführten Lähmungserscheinungen rechne ich noch einen Fall, den ich mehrere Male zu beobachten Gelegenheit hatte. Das Herz pulsirte etwa 50mal in der Mi-

nute; in der Systole und Diastole der einzelnen Herzhöhlen war noch Alternation vorhanden; das Ostium atriovent. schloss anscheinend gut; bei jeder Pulsation wurde das Herz vollkommen entleert und wieder gefüllt. Zwischen je zwei solcher kräftigen Pulsationen schieben sich ganz regelmässig zwei oder auch nur eine unvollkommene Pulsation ein, gleichsam als machte das Herz ein paar Versuche, um in den kräftigen Gang hineinzukommen. In dem Rhythmus und Modus der Herzbewegung war zwischen den vollkommenen und unvollkommenen Pulsationen kein Unterschied vorhanden. Zwischen der im Modus unterbrochenen Systole der Herzhöhlen und der unvollkommenen Zusammenziehung in der eben erwähnten Pulsation des Herzens ist, wie man sieht, der Unterschied gegeben, dass bei der letzteren auf die unvollkommene Zusammenziehung die Diastole folgt, dass bei der ersteren dagegen die begonnene Systole nach einer kurzen Unterbrechung vollendet und vervollständigt wird.

Das Verhalten der Blutbewegung im Herzen bietet bei diesen Abweichungen im Rhythmus, im Modus, in der Kraft der Herzbewegungen, die überdiess in der verschiedensten Weise combinirt sein können, sehr zahlreiche Abwechselungen dar. Es genügt jedoch für den Zweck vorliegender Mittheilungen einzelne wichtigere Beispiele und Fälle hervorzuheben, da nach diesen auch die anderen Fälle sich leicht beurtheilen lassen. Wenn die Oeffnungen des Herzens nicht mehr festschliessen, die übrigen Theile der Herzhöhlen aber noch mässig kräftig sich zusammenziehen und erweitern, so wird bei jeder Systole der Herzhöhlen der Inhalt nach beiden Oeffnungen hin ausgepresst und bei jeder Diastole von beiden Oeffnungen her Blutmasse zur Füllung aufgenommen; es ist immer dieselbe Blutmasse, die hin und her schwankt; eine Fortbewegung des Blutes findet nicht Statt, im ganzen Blutgefässsystem stagnirt die Blutmasse. Man sollte erwarten, dass von den beiden zur Füllung einer Herzhöhle eintretenden Blutmassen die Menge derjenigen, welche durch die Zusammenziehung der anderen Höhle zugleich hineingepresst wird, bedeutender sein werde, als jene, welche in Folge und mit der Dilatation aus den angrenzenden Gefässabschnitten hineinströmt. Dieses ist sehr häufig nicht der Fall; die Portion Blutes, welche in die sich erweiternde Vorkammer einströmt, ist grösser, als diejenige, welche durch die Systole der Kammer zugleich hineingedrückt wird; ebenso füllt die aus dem Bulbus aortae zurückströmende Blutmasse den grössten Theil der sich erweiternden Kammer an und vermischt sich mit der kleineren Portion, die durch die Systole der Vorkammer zugleich hineingedrückt wird. Die Ursache dieser Erscheinung kann zum Theil in der ungünstigen Lage des Ostium atrioventriculare gesucht werden. Dasselbe kann nämlich als eine seitliche Communicationsöffnung der beiden an dieser Stelle mehr nebeneinander gelagerten Herzhöhlen angesehen werden, während das Ostium venosum und arteriosum am Ende der röhrenförmigen Herzhöhlen liegen. Daher wird auch bei der Systole der Herzhöhlen eine grössere Portion Blutes aus den letzteren Oeffnungen ausgepresst. (Vergl. die spätern Erläuterungen des Kreislaufes).

Wenn das Ostium venosum sich schliessungsfähig erhalten hat, so kann bei noch kräftigen Herzschlägen der Kreislauf des Blutes bestehen. Am Herzen wird der Inhalt der Vorkammer, der zum grösseren Theile aus dem durch das Ostium venosum einströmenden Blute besteht, vollständig so in die sich erweiternde Kammer gepresst, dass dieselbe gefüllt wird und der Eintritt

des durch den offenen Bulbus aortae zurückströmenden Blutes behindert ist. Bei der Systole der Kammer geht nun zwar ein kleines Quantum durch das Ostium atrioventriculare verloren; der grösste Theil des Inhalts wird aber in die Aorta hineingedrückt und setzt ebenso die Blutsäule im Arterienstrom, wie das abgezogene Quantum die Blutmasse im Venenstrom in Bewegung.

Hat mit der mangelhaften Schliessung der Ostia des Herzens zugleich die Alternation in der Systole und Diastole der Herzhöhlen aufgehört, so ist gleichfalls ein Stillstand des Blutes in den Gefässen gegeben. Der Kreislauf kann aber bestehen, wenn das Ostium venosum sich schliessungsfähig erhalten hat. Die Blutbewegung im Herzen ist dann sehr wesentlich verschieden von derjenigen, die bei vorhandener Alternation der Herzthätigkeit beobachtet wird. Im letzteren Falle wird der Inhalt der Vorkammer bei der Systole in die zu derselben Zeit gerade sich erweiternde Kammer eingepresst und aufgenommen; im ersteren dagegen fällt die Erweiterung der Vorkammer und Kammer zum Theil zusammen. Das durch die Systole der Vorkammer ausgepresste Blut drückt auf den durch den Rückstrom aus der Aorta eingetretenen Inhalt der Kammer, treibt denselben wieder in die Aorta vor und wird dann selbst nachträglich durch die Systole der Kammer zum grössten Theile in die Aorta hineingestossen, da nur eine geringe Quantität durch das offene Ostium atrioventriculare in die sich jetzt erweiternde Vorkammer zurückgeht. Wir haben also zwei, wenn gleich schwächere Stösse, die während einer Pulsation des Herzens auf die Blutsäule der Aorta und der Arterien einwirken. (Pulsus dicrotus?). In Folge der theilweisen Coincidenz in der Dilatation beider Herzhöhlen kann es geschehen, dass während der Erweiterung der Kammer eine kleine Quantität aus dem Inhalt der Vorkammer durch das offene Ostium atriovent. hinübertritt, bevor noch die Systole der Vorkammer beginnt. Diese kleine Quantität vermischt sich entweder mit dem aus der Aorta zurückströmenden Blute oder es wird auch durch dasselbe theilweise oder ganz in die Vorkammer zurückgedrängt. Bei unterbrochener oder discontinuirlicher Systole der Herzhöhlen wird das Blut in zwei Absätzen aus der Vorkammer in die Kammer und aus dieser in die Aorta gestossen (Pulsus dicrotus). — Hierbei mag auch der Blutbewegung im Herzen gedacht werden, die gewöhnlich bei plötzlichem Stillstande desselben in der Diastole beobachtet wird. Kammer und Vorkammer erweitern sich plötzlich und füllen sich; darauf folgt eine sehr langsam ablaufende, noch stärkere Ausdehnung unter allmählichem Zustrom des Blutes in die Vorkammer von dem Sinus communis venarum, in die Kammer von der Aorta her; dann hält die Dilatation an, und die Systole tritt entweder sogleich ein, oder nach einiger Zeit oder auch gar nicht mehr.

Sind die Wandungen der Herzhöhlen in ihrer Thätigkeit geschwächt, so giebt sich dieses bei der Blutbewegung dadurch zu erkennen, dass bei der Systole nicht der ganze Inhalt, sondern je nach dem Grade der Schwäche, grössere oder kleinere Quantitäten entleert werden, und dass die Füllung bei der Diastole zu einer Nachfüllung sich verwandelt. Während bei vollkommener Alternation in der Systole und Diastole der Herzhöhlen bei jeder Pulsation des Herzens alles Blut entleert und durch neues ersetzt wird, bei mangelhafter Alternation oder auch nur bei Lähmung des Ostium atrioventriculare allein (wegen des theilweisen Rücktritts der Blutmasse aus der Kammer in die Vorkammer) erst nach zwei Pulsationen vollkommene Entleerung des Inhaltes zu gewärtigen ist,

so kann es unter den vorliegenden Umständen geschehen, dass namentlich der in den Aussackungen der Höhlen geborgene Theil des Inhaltes gar nicht mehr erneuert wird, dann gerinnt und zu einem neuen Hinderniss für die Blutbewegung im Herzen wird. Wenn die in den Herzhöhlen zurückbleibenden Residuen auch nur die Hälfte des Inhaltes betragen, der bei normaler Herzthätigkeit aufgenommen und erneut wird, so ist ein theilweises oder auch gänzliches Aufhören der Blutbewegung in den Gefässen die gewöhnliche Folge. Ungestört dagegen kann sich der Blutkreislauf erhalten, wenn zwischen je zwei kräftigen Pulsationen eine oder mehrere schwache eingeschoben sind.

Die Abnahme endlich in der Freqnenz der Pulsationen des Herzens ist von keiner Veränderung in der Blutbewegung desselben begleitet, sofern sich nicht andere Anomalien in der Herzthätigkeit hinzugesellen.

In Betreff der *Blutbewegung in den Gefässen* unter abnormen Umständen sind *diejenigen Fälle* am lehrreichsten, *in welchen der Kreislauf von neuem in Bewegung gesetzt wird,* nachdem durch das Aufhören der Herzthätigkeit ein Stillstand eingetreten war. Ich wähle einige Beispiele heraus, welche das Gesetzliche in den Erscheinungen leicht übersehen lassen.

Bei einem durch Aqua laurocerasi narcotisirten Hechtembryo hörten die Bewegungen des Herzens auf, und sofort stagnirte das Blut in den Gefässen. Auf dem Nahrungsdotter, in dem weiten Abschnitt der Vena abdominalis anterior, bewegten sich einige Blutkörperchen ohne bestimmte Richtung nach dem Herzen hin, und diese Bewegungen waren veranlasst durch die Contraction des Nahrungsdotters selbst; auch hier trat schliesslich vollkommene Ruhe ein. Der Embryo wurde nun in ein Uhrgläschen mit frischem Wasser gebracht, und alsbald begann das Herz zu pulsiren. Nachdem die Vorkammer ihren Inhalt entleert hatte, füllte sie sich während der Diastole mit Blut aus dem Sinus venarum communis, und gleichzeitig bewegte sich die Blutmasse in der vorderen Hälfte der weiten Vena abdominalis ant. s. inf. gegen das Herz hin. In der hinteren Hälfte der Vena abd. ant., desgleichen in der Vena caudalis inf. stand das Blut still. Die um dieselbe Zeit eingetretene Systole der Kammer hatte die Blutsäule in der Aorta bis in die Nähe der Schlinge mit der Vena caudalis inf., aber nicht weiter fortgeschoben. Bei der darauf folgenden zweiten Pulsation des Herzens wiederholten sich dieselben Erscheinungen, nur mit dem Unterschiede, dass der durch die Systole der Kammer ertheilte Stoss sich auf die Blutmasse in der Vena caudalis inf. und deren Fortsetzung am Bauche fortpflanzte. Bei der dritten Pulsation konnte man bemerken, dass die Blutkörperchen durch die Systole der Kammer fast bis zu der Gegend der weiten Vena abdom. ant. fortgerückt wurden, wo um dieselbe Zeit durch die Diastole der Vorkammer eine ruckweise Bewegung an ihnen nach dem Herzen hin wahrzunehmen war. Es war bereits ein vollständiger Kreislauf mit nur ruckweiser Bewegung der Blutmasse vorhanden, welche durch die Systole der Kammer und durch die Diastole der Vorkammer im Bereiche der bezeichneten Blutbahn vermittelt wurde. Bei den nächsten Pulsationen stellte sich auch continuirlicher Venenstrom mit den früher beschriebenen Eigenthümlichkeiten ein. Der Embryo unterlag gleichwohl den Einwirkungen des narcotischen Giftes. Die Bewegungen des Herzens nahmen auffallend an Frequenz ab. Gerade an der Stelle, wo das Blut bei Hechtembryonen am langsamsten fliesst, d. h. in der mittleren Gegend der weiten Vena abdom. ant., stagnirten

die Blutkörperchen massenweise und formirten einen Wall, der alsbald den Blutlauf in jener Gegend unterbrach. Es hörte nun wieder der continuirliche Blutstrom auf; bei jeder Systole der Kammer wurde die Blutmasse bis zu dem Wall fortgestossen und gleichzeitig sah man die Blutkörperchen jenseits des Walles mit jeder Diastole der Vorkammer ruckweise gegen das Herz hin angezogen werden. In Folge der Abschwächung der Herzthätigkeit und des mangelhaften Schlusses der Ostia trat bald gänzlicher Stillstand des Kreislaufes ein.

Bei Vergiftung der Döbelembryonen durch Strychnin bietet sich folgender Fall ziemlich häufig der Beobachtung dar. Unter Abnahme in der Frequenz der Herzpulsationen war der continuirliche Venenstrom sehr langsam geworden und von nur geringer Ausbreitung in der Gegend der Vena caudalis inf. Das Herz stand endlich still, in dem auf die plötzliche Erweiterung der Vorkammer die der Kammer folgte, und keine Systole eintrat. Die Vorkammer füllte sich aus dem Sinus venar. communis, und mit dieser Füllung bewegte sich eben so plötzlich die Blutmasse in den Ductus Cuv. und in den Venae cardinales nach dem Herzen hin. Die Kammer nahm das Blut aus der Aorta auf und ertheilte den Blutkörperchen eine ziemlich weit ausgedehnte, plötzlich rückgängige Bewegung in den Arterien. Darauf sah man auf diese plötzliche, ruckweise Bewegung des Blutes in den Gefässen (während der plötzlichen Erweiterung der Herzhöhlen) einen sehr langsamen Strom in der bezeichneten Richtung eintreten, während zugleich die Herzhöhlen sich stärker füllten und mehr ausdehnten. In der Aorta hörte dieser langsame, rückgängige Blutstrom früher auf; das Blut stand in allen Arterien still, ebenso in der Schlinge am Schwanz, auch zum grössten Theile in der Vena caudalis inferior. Der langsame Strom in den Venae cardinal., in den Duct. Cuv., in den Sinus venar. comm. hielt etwas länger an, unter fortdauernder Erweiterung des Vorhofs. Obgleich das Ostium atrioventriculare offen stand, so war doch kein Uebertritt von Blutkörperchen aus einer oder der anderen Höhle in die anstossende bemerkbar. In einem kurzen Augenblick wurde schliesslich im ganzen Gefässsystem auch nicht die Spur von Bewegung wahrgenommen, und nun nahm das Herz seine Thätigkeit wieder auf. Die Vorkammer zog sich zusammen, presste den Inhalt durch das weite und günstiger gelegene Ostium venosum zurück in den Sinus venar. communis und ertheilte dadurch der Blutmasse in den Venen eine rückgängige, centrifugale Bewegung, die sich selbst an den Blutkörperchen der Vena caudalis inferior bemerkbar machte. Darauf folgte die Diastole der Vorkammer, und dieselbe Blutmasse der Venen, die soeben eine rückgängige Bewegung gemacht hatte, wurde gleichzeitig mit dieser Diastole centripetal gegen das Herz hin bewegt. Zuweilen wiederholen sich diese Bewegungen der Vorkammer, ohne dass die Kammer in Thätigkeit tritt; es findet dann auch im ganzen Blutsystem keine andere Bewegung Statt, als diejenige, welche durch die Verengerung der Vorkammer und durch die Erweiterung derselben in dem Venensystem unmittelbar erzeugt wird. Die Einzelnheiten dieser Bewegung, so weit sie sich an den Blutkörperchen zu erkennen geben, sind genau dieselben, welche früher namentlich bei der durch die Systole und Diastole der Kammer vermittelten Blutbewegung in den Arterien ausführlich besprochen wurde. Gewöhnlich stellt sich die Systole der Kammer schon nach der ersten Zusammenziehung der Vorkammer ein und fällt zeitlich mit der ersten Diastole der letzteren zusammen. In diesem Falle wird in demselben

Momente, in welchem das Blut in den Venen durch die Diastole der Vorkammer ruckweise gegen das Herz hin angezogen wird, in den Arterien, durch den hineingepressten Inhalt der Kammer, dasselbe ruckweise vom Herzen abgeschoben. Bei der ersten so sich vollendenden Pulsation des Herzens bleibt jedoch in den Schlingen, durch welche die Arterien in die Venen übergehen, eine noch vollkommen ruhende Blutmasse übrig. Erst bei der zweiten oder dritten Pulsation des Herzens erreichen sich an den bezeichneten Orten die ruckweisen Bewegungen des Blutes in den Arterien und Venen, namentlich in der Aorta und in der Vena caudalis inf.; der Kreislauf des Blutes war nunmehr in den Gang gebracht, und, da sich die Pulsationen schnell in grösserer Anzahl wiederholten, so stellte sich auch der continuirliche Venenstrom, — anfangs ganz langsam in der Vena caudalis inferior ein. In der Regel pflegt sehr bald die Herzthätigkeit von neuem auszusetzen und man hat so die schöne Gelegenheit, mehrere Male hintereinander diese so lehrreichen Beobachtungen an einem und demselben Embryo anzustellen. Wem es aber darum zu thun ist, über die ursprünglichen Triebkräfte, durch welche der Blutkreislauf in Bewegung gesetzt wird, und die durch Anwendung des Manometer's nicht erkannt werden können, sich zu unterrichten, dem dürften die narcotisirten Fischembryonen mit den so eben geschilderten Blutbewegungserscheinungen eine unschätzbare, klar ausgesprochene und, wie mir scheint, nicht schwer zu deutende Grundlage gewähren.

Bei Besprechung der Erscheinungen, welche die aussetzenden Pulsationen des Herzens narcotisirter Fischembryonen begleiten, wurde bisher besonders auf diejenigen Rücksicht genommen, durch die sich die wieder beginnende Blutcirculation zu erkennen giebt; *über die Art und Weise des Aufhörens der Blutbewegung in den Gefässen* habe ich noch einige Nachträge zu liefern.

Mit der letzten Systole der Kammer und der letzten, plötzlichen Diastole der Vorkammer, — also mit dem Aufhören derjenigen Bewegungen des Herzens, die durch bestimmte Zeichen an der Blutbewegung in den Gefässen markirt sind, hören auch diese Zeichen und die Wirkungen obiger Herzbewegungen im Arterien- und Venenstrom auf; in den Arterien fehlt jede ruckweise Vorwärtsbewegung, das Blut würde völlig still stehen, wenn nicht bei der Diastole der Kammer der Rückzug sich geltend machte; in dem continuirlichen Venenstrom fehlt jede systolische und diastolische Beschleunigung. Der continuirliche Venenstrom kann, wie früher auseinandergesetzt wurde, eine geringere oder grössere Ausbreitung haben, — je nach der Frequenz der Herzschläge. Die Frequenz der Herzschläge hat aber gewöhnlich bedeutend abgenommen, bevor das Herz still steht; der continuirliche Venenstrom hat daher auch nur eine geringe Ausdehnung und ist verhältnissmässig langsam. Dieser continuirliche Venenstrom erhält sich noch einige Augenblicke, nach dem Aufhören der Systole der Kammer und der plötzlichen Diastole der Vorkammer; er wird aber auffallend schwächer mit dem Abzuge der Blutmasse aus der Aorta und hört selbst früher auf, als die rückgängige Bewegung des Blutes in der Aorta. Es besteht alsdann noch jener langsame Abzug des Venenblutes nach dem Herzen hin, der unmittelbar mit der stärkeren Ausdehnung der Vorkammer zusammenfällt, wie oben beschrieben wurde; der continuirliche Venenstrom dagegen steht in keinem d i r e c t e n Zusammenhange mit der Systole und Diastole der Herzhöhlen.

Die zwischen den Intervallen oder Pausen gelegenen Pulsationen des Herzens haben zu

weilen eine ausserordentliche Frequenz, und da gleichwohl vor dem gänzlichen Aufhören der Herzthätigkeit einige Herzschläge im langsameren Tempo sich einstellen, so bietet sich bei diesen narcotisirten Fischembryonen eine gute Gelegenheit dar, die Erscheinungen der Blutbewegung in den Gefässen bei plötzlichen Veränderungen in der Frequenz der Herzschläge zu studiren. Sind keine anderweitigen Anomalien in der Herzthätigkeit vorhanden, so werden diese Beobachtungen besonders dadurch wiederum werthvoll, dass wir eine genauere Einsicht in diejenigen Erscheinungen des Gefäss-Kreislaufes gewinnen, welche im unmittelbaren oder nur mittelbaren Zusammenhange mit den Herzbewegungen stehen. So beobachtet man, dass der continuirliche Venenstrom, beim Uebergange der Herzpulsationen aus einem rascheren Tempo in ein langsameres, erst nach Wiederholung einiger Herzschläge hinsichtlich der Schnelligkeit und seiner Ausbreitung jene Beschaffenheit annimmt, welche bei gleicher Frequenz der Herzbewegungen unter normalen Verhältnissen beschrieben wurde; dagegen tritt sofort mit dem ersten Herzschlage eines anderen Tempo's die den Herzbewegungen entsprechende rhythmische, systolische und diastolische Beschleunigung des continuirlichen Venenstromes, so wie die entsprechende, nur ruckweise Bewegung der Blutmasse ein. Hier ist auch der Ort, noch einmal auf eine Erscheinung zurückzukommen, die bereits vor mir verwerthet worden ist. Erfolgt nämlich der Wechsel in der Frequenz der Herzpulsationen aus einem Tempo von 125 Schlägen in einer Minute, in ein langsames von 80 oder 90 Schlägen in der Minute, so ändert sich sofort mit dem ersten Schlage des langsameren Tempo's das Bild der Blutbewegung in der Aorta und in den mit dem Herzen zunächst in Verbindung stehenden Gefässen (Duct. Cuv.; V. cardinales). Der anscheinend continuirliche, durch jede Systole der Kammer beschleunigte Arterienstrom wird zu einem, mit jeder Systole der Kammer nur ruckweise fortbewegten Blutstrom, und im schnellen continuirlichen Venenstrom, in welchem die diastolischen Beschleunigungen des Blutlaufes bis dahin nur durch leichte Zuckungen in der Blutmasse sich verriethen, treten sofort statt dieser Zuckungen deutliche mit der Diastole der Vorkammer zusammenfallende Beschleunigungen auf. Es liegt auf der Hand, dass der continuirliche Arterienstrom nicht so plötzlich in eine nur ruckweise erfolgende Bewegung der Blutmasse sich verwandeln kann, und dass jene Zuckungen in der Blutmasse des continuirlichen Venenstromes verdeckte rhythmische Beschleunigungen desselben involviren; es ist die hier obwaltende Sinnestäuschung, erzeugt durch das Ineinandergreifen der Nachbilder und der unmittelbaren sinnlichen Eindrücke, oben von mir besprochen worden.

Schliesslich mag noch des Verhaltens der Blutbewegung in den Gefässen gedacht werden, welches *bei unvollständigen Intermissionen der Herzthätigkeit, bei discontinuirlicher Zusammenziehung der Kammer und beim Aufhören der Alternation* in der Systole und Diastole beider Herzhöhlen beobachtet wird.

Bei unvollständigen Intermissionen der Herzpulsationen liegen zwischen zwei kräftigen Herzschlägen 1—3 schwächere. Ich habe hier einen Fall beobachtet, in welchem das Herz 40 Mal in der Minute sich kräftig zusammenzog und dilatirte; zwischen je zwei kräftige Herzschläge fielen zwei ganz schwache Zuckungen des Herzens. Der Blutstrom in den Gefässen verhielt sich hier, wie bei einer Frequenz von 40 Herzschlägen in der Minute; der continuirliche Venenstrom

war auf eine sehr kleine Strecke in der Vena caudalis inf. reducirt, bisweilen schienen die systolischen und die durch die Diastole der Vorkammer vermittelten ruckweisen Bewegungen der Blutmasse an der bezeichneten Stelle unmittelbar in einander zu greifen; die schwachen Pulsationen des Herzens waren an der Bewegung des Blutes in den Gefässen gar nicht bemerkbar. Aber auch die Beispiele fehlen nicht, wo die intermittirenden etwas kräftigeren Pulsationen des Herzens an dem Blutstrom in den Gefässen mit den bekannten Erscheinungen participiren; der continuirliche Venenstrom gewinnt dann an Ausbreitung.

In Betreff der discontinuirlichen Bewegungen der Herzhöhlen war bereits von den Blutbewegungserscheinungen in den Gefässen die Rede, die sich bei nachträglich eintretender Diastole der Vorkammer und Kammer geltend machen. Auch die unterbrochene Systole der Kammer kann bei einiger Kraftentwickelung auf die Blutbewegung in den Gefässen (Arterien) einwirken. Die Blutsäule der Aorta wird in solchem Falle durch zwei unmittelbar aufeinander folgende Stösse fortgeschoben, doch sah ich den ersten Stoss nicht über die erste Hälfte der Aorta sich ausdehnen. (Pulsus dicrotus).

Beim Aufhören der Alternation in den Bewegungen der Herzhöhlen fallen die Erscheinungen der Blutbewegung in den Gefässen je nach den Umständen verschieden aus. Sind die Bewegungen des Herzens undulirend und dann auch gewöhnlich wenig kraftvoll, so stagniren die Blutkörperchen allerorts, nur wenige befinden sich in Bewegung und zwar, wie es mir wenigstens erschien, in einem überall continuirlichen Fluss, in welchem weder systolische noch diastolische Einwirkungen und Beschleunigungen wahrgenommen werden konnten. Ist noch theilweise Alternation mit kräftigem Herzschlage vorhanden, so kann bei mässiger Frequenz der Herzpulsationen der Fall eintreten, dass in der Aorta die Blutsäule sehr schnell zwei Male hintereinander ruckweise in Bewegung gesetzt wird. (Pulsus dicrotus). Der erste Stoss fällt mit der Systole der Vorkammer zusammen und kommt dadurch zu Stande, dass der ausgepresste Inhalt der Vorkammer den Inhalt der Kammer in die Aorta schiebt; der zweite Stoss wird durch die unmittelbar darauf folgende Systole der Kammer bewirkt. Bei einer Frequenz von 70—80 Pulsationen in der Minute sind die nunmehr 160—170 mal in der Minute sich wiederholenden Stösse in der Aorta einzeln nicht mehr zu unterscheiden; der Arterienstrom fliesst scheinbar continuirlich mit oft sehr schwach ausgeprägter systolischer Beschleunigung. Dass auch hier der continuirliche Arterienstrom wirklich auf Sinnestäuschung beruht, davon habe ich mich öfters bei plötzlicher Abnahme der Frequenz der Herzschläge überzeugt. Mit dem Aufhören der Alternation in der Systole und Diastole der Herzhöhlen ist endlich regelmässig eine Veränderung in dem zeitlichen Verhältniss der systolischen und diastolischen Erscheinungen des Kreislaufes der Gefässe zueinander gegeben. Bei vollkommener Alternation befindet sich die Vorkammer gerade dann und so lange in Diastole, wann und wie lange die Kammer sich zusammenzieht; die systolischen und diastolischen Erscheinungen im Arterien- und Venenstrom fallen daher in eine und dieselbe Zeit. Bei aufgehobener Alternation fallen die Systole der Kammer und die Diastole der Vorkammer theilweise zusammen, theilweise auseinander; dem entsprechend verhalten sich dann auch die systolischen und diastolischen Erscheinungen im Arterien- und Venenstrom.

Ich wähle zur Erläuterung ein Beispiel, in welchem die alternirende Systole und Diastole der einzelnen Herzhöhlen fast ganz aufgehoben und an die Stelle vielmehr ein Wechsel in der Systole und Diastole des ganzen Herzens eingetreten war. Die Herzschläge des Embryo waren auf 35 in der Minute herabgesunken. Die Vorkammer und Kammer zogen sich schnell hintereinander zusammen und pressten den Inhalt in die Aorta; die Erweiterung der Vorkammer begann fast nach Beendigung der Systole der Kammer und die Diastole der letzteren folgte unmittelbar darauf, so dass mehr ein Wechsel der Systole und Diastole des ganzen Herzens vorlag. Bei jeder Zusammenziehung des Herzens wurde durch den ausgepressten Inhalt die Blutsäule in den Arterien, insbesondere in der Aorta bis zur Schwanzschlinge, ja sogar darüber hinaus in die Vena caudalis inferior vorwärts geschoben, und mit jeder Diastole des Herzens wurde das Blut, von der Vena caudalis inf. an, zum Herzen und in die Vorkammer, zum Theil selbst in die Kammer hinein bewegt. Das Blut floss also im ganzen Gefässsystem nur durch ruckweise Bewegung seiner Masse, nirgends continuirlich, und die systolische Bewegung der Blutmasse in den Arterien wechselte mit der diastolischen in den Venen fast vollständig. In der Vena caudalis inf. wurde die durch die Systole des Herzens vorwärts geschobene Blutmasse nachträglich von der Diastole der Vorkammer und Kammer zum Herzen angezogen; während der ersteren Bewegung stand das Blut in den Venen still, während der letzteren fand dasselbe in Betreff der Arterien Statt, abgesehen von der rückgängigen Bewegung an der Blutsäule der Aorta, welche bei der Diastole der Kammer bemerkbar wurde.

B. Ueber die Kräfte, welche und wie dieselben den Kreislauf des Blutes zu Stande bringen.

Es ist heut zu Tage wohl keine Controverse mehr, dass die *Ursachen* oder *Kräfte*, durch welche der Kreislauf des Blutes bei Wirbelthieren in den Gang gebracht und unterhalten wird, *einzig und allein durch Vermittelung des thätigen Herzens hervorgerufen werden.* Es giebt allerdings noch andere bekannte (Respirationsbewegungen, Contractionen der Muskeln in der Umgebung und in den Wandungen der Gefässe etc.) und vielleicht noch unbekannte Factoren, welche unter sehr auffälligen Erscheinungen und mit einem bedeutenden Kraftmaass auf die Bewegung des Blutes einwirken können; eine nicht einseitig vorgehende Physiologie wird ihnen den untergeordneten Platz anweisen, der ihnen als Nebenumständen zukommt, unter deren Ein- u. Mitwirkung das strömende Blut wohl gewisse Modificationen in seiner Bewegung erleiden und selbst die ruhende Blutmasse in Schwankung und partielle Bewegung versetzt werden, niemals aber ein geregelter Kreislauf zu Stande gebracht und unterhalten werden kann. Bald nach der Entdeckung des Blutkreislaufes durch W. Harvey, und zu einer Zeit, in welcher der Uebergang der Arterien in die Venen durch die Capillaren nicht so klar übersehen wurde, wie gegenwärtig, hat man noch andere Bewegungsursachen von gleichem oder gar von höherem Werthe, als das Herz, für den Kreislauf des Blutes in Anspruch nehmen zu müssen geglaubt. Dem Herzen sollten zu Hilfe kommen: rhythmische Contraction in den Arterien-

stämmen (Th. Bartholinus, Bohn, J. Hunter, Sömmerring, Tiedemann u. A.); oder auch nur in den feineren Arterienzweigen (Weitbrecht, Bichat, Darwin u. A.); desgleichen die capillare Attraction, Saugkraft der feineren Gefässe und Venenwurzeln (Borelli u. A.); endlich auch die eigene, spontane Bewegung des Blutes selbst (C. G. Carus, Treviranus, Döllinger, Oesterreicher). Diese Zeiten sind vorüber! Der Blutkreislauf ist primo loco eine Function des Herzens und seiner Bewegungen. Die Erscheinungen des Blutstromes bei Fischembryonen unter normalen und abnormen Verhältnissen stellen diese Thatsache unter den einfachsten Umständen in das klarste Licht. Die Erscheinungen der Blutbewegung in den Gefässen sind ein treuer Abdruck von den Bewegungen, welche im Herzen vorgehen, und umgekehrt. Wer das thätige Herz vor Augen hat, kann die Art und Weise des Blutstromes in den Gefässen voraussagen, und wer den Blutstrom mit Aufmerksamkeit verfolgt, wird den Kraftaufwand, den Rhythmus, den Modus, die Frequenz der Pulsationen des Herzens angeben können; die Bewegungen des Herzens mit seinem Inhalt und die Bewegung des Blutes in den Gefässen verhalten sich, so zu sagen, wie die Glieder einer Gleichung.

Wie gross aber auch die Uebereinstimmung der Physiologen in Betreff der eigentlichen Bewegungsursache des Kreislaufes sein mag, so gehen gleichwohl die Ansichten und Vorstellungen derjenigen Forscher, die ein selbstständiges Urtheil sich erworben haben, sehr auffallend auseinander, sobald man eine Antwort auf die Fragen verlangt: welches die Triebkräfte sind, die das thätige Herz entwickelt, und wie dieselben in den Gefässen für den Kreislauf verwerthet werden? Es ist meine Absicht, mit besonderer Berücksichtigung dieser Fragen den geschichtlichen Entwickelungsgang der Lehre vom Kreislauf bis zu ihrem gegenwärtigen Standpunkt zu verfolgen.

a) Rückblick auf die geschichtliche Entwickelung der Lehre vom Kreislauf.

Harvey, dem die Erscheinungen, unter welchen das Blut in den Gefässen sich bewegt, noch unbekannt waren, lässt bekanntlich durch den aus der Herzkammer ausgedrückten Inhalt, der Blutmasse in den Gefässen einen Stoss, einen Impuls ertheilen, der in den Arterien kräftiger wirkt, den Puls bedingt, mit der Verästelung der Arterien aber allmählich an Kraft verliert. Es findet sich gleichwohl in seiner Schrift (De motu cordis et sanguinis etc. Cum refutat. Parisoni et J. Primrosii. Lugd. Bat.) keine Stelle, in welcher umständlicher und genauer die Wirkungsweise des Herzens beim Kreislauf besprochen wäre. Das Herz wird impulsor genannt; das Spritzen des Blutes aus durchschnittenen Arterien wird mit einem aus der Feuerspritze ausgeworfenen Wasserstrahl verglichen (a. a. O. p. 144); und die ganze Behandlung des Stoffes lässt nicht verkennen, dass das Herz in seiner Wirkungsweise auf den Kreislauf als Stoss- und Druckwerk aufgefasst wird. Ob der dem Blute in den Gefässen ertheilte Stoss auch durch die Bahnen der Venen bis zur Vorkammer hinwirke, darüber fehlt eine genaue Angabe; es scheint sogar aus dem 15. Kapitel (a. a. O. p. 197) hervorzugehen, dass Harvey dem Blute ein spontanes, durch die Thätigkeit der Muskeln des Stammes unterstütztes Bestreben, von der Peripherie aus nach dem Atrium hin sich anzusammeln und zu

bewegen, zuschreibe, und dass die Herzcontractionen besonders dazu dienen, das im Herzen sich ansammelnde Blut wieder mit Gewalt, der spontanen Bewegung entgegen, nach der Peripherie hinzutreiben.

Aus dem Kampfe, den die HARVEY'sche Lehre vom Kreislauf *im* 17. *u.* 18. *Jahrhundert* zu bestehen gehabt, sind wichtige Fortschritte für die Wissenschaft hervorgegangen. Dieselben betrafen die Anatomie und Physiologie des Herzens und der Gefässe, die Bestimmung des Kraftmaasses des Herzens und der Blutmenge des Körpers, die Schnelligkeit der Blutbewegung, die Erläuterung der Hindernisse, welche das Blut auf seiner Bahn findet, die Ursache des Pulses u. s. f. Werthvoll sind auch die Bemühungen einer Reihe von Forschern, MALPIGHI's (Epistol. de pulmonibus etc.), LEEUWENHOEK's (Arcan. naturae detect. p. 15), W. COWPER's (Phil. Transact. Tom. III. p. 536 sq.), ST. HALES (Haemostatik, p. 68 sq.), SPALLANZANI's (De' Fenomeni della Circolazione etc. p. 180 sq.), HALLER's (Elem. phys. Vol. I. lib. III. et lib. IV.) und A., durch directe Beobachtungen an kalt- und warmblütigen Wirbelthieren die Erscheinungen der Blutbewegung in den Gefässen festzustellen.

Gleichwohl sind die Ansichten, wie das thätige Herz den Kreislauf zu Stande bringe, weder hinlänglich genau ausgedrückt, noch auch geeignet, alle bekannt gewordenen Erscheinungen befriedigend zu erklären; und dieses kann zur Entschuldigung derjenigen Forscher dienen, die fortdauernd bemüht gewesen sind, noch andere Triebkräfte für den Kreislauf in Anspruch zu nehmen. Von obigen Ansichten sind zwei, die des CARTESIUS und der chemiatrischen Schule, nur beiläufig zu erwähnen. CARTESIUS behauptete im Einklange mit seiner Hypothese über die ursprüngliche Beschaffenheit der Materie, dass das Blut in den angeblich bei der Systole sich erweiternden Herzhöhlen durch Wärme expandirt werde und aufwalle, und dass dieses Aufwallen die Ursache für die Bewegung des Blutes und für das Auftreten des Pulses abgebe. (SPRENGEL's Geschichte der Arzneik. Bd. IV. p. 66 sq. u. p. 318 sq.). VAN HELMONT und F. DE LA BOE SYLVIUS hielten die im Herzen auftretende Gährung des Blutes für die Ursache des Kreislaufes. Als maassgebende Ansicht erhielt sich bis zum 19. Jahrhundert die HARVEY'sche, dass das Herz als Stoss- und Druckwerk die Bewegung des Blutes veranlasse. PET. DIONIS vergleicht die Bewegung des Herzens und den Kreislauf des Blutes mit der Wasserkunst zu Marly (Anat. corp. hum. p. 479.).

In zweifacher Beziehung wird jedoch die HARVEY'sche *Vorstellungsweise von der Bedeutung des Herzens für den Kreislauf modificirt.*

STEPHAN HALES, HALLER, SPALLANZANI leiten die ganze Blutbewegung von der Stoss- und Druckkraft des Herzens ab. STEPH. HALES (a. a. O. p. 69) und SPALLANZANI (a. a. O. p. 182) motiviren diese Ansicht durch die Beobachtung, dass in den Venen eine mit der Systole der Kammer zusammenfallende Beschleunigung des Blutstromes auftrete. Beide beobachteten den Kreislauf bei niederen Wirbelthieren, bei welchen die Systole der Kammer mit der auf die rhythmische Beschleunigung des Venenstromes einwirkenden Diastole der Vorkammer coincidirt. HALLER (Elem. phys. I. Lib. IV. p. 427 sq.) hatte die rhythmische Beschleunigung im Venenstrom nicht bemerkt, dennoch spricht derselbe es geradezu aus, dass die in die Aorta geworfene Blutwelle sich durch die Arterien,

und zwar mit Pulsbewegung, durch die Capillaren und Venen ohne Puls bis zur Vorkammer fortpflanze, und dass also das Herz und zwar seine Druck- oder Stosskraft bei kaltblütigen Wirbelthieren, deren Arterien keine contractile Wandungen besitzen sollen, ganz allein, bei den warmblütigen unter einiger Assistenz der Arterien das Blut in Bewegung setze, — da keine andere Ursache der Blutbewegung vorhanden sei.

Die *zweite Modification* der Harvey'schen Lehre vom Kreislauf betrifft die Frage, wie der Stoss, den der ausgeworfene Inhalt des Herzens der Blutmasse ertheilt, innerhalb der Gefässe verwerthet wird; statt der einfachen Stossbewegung macht sich mehr oder weniger die Vorstellung von einer *Wellenbewegung* im Blutstrome geltend. Bei der noch mangelhaften Ausbildung der Wellenlehre in der Physik darf man nicht erwarten, dass die Vorstellung von der, durch jede ausgestossene unda sanguinis des Herzens eingeleiteten Wellenbewegung im Blutstrom in eine genauere Analyse aller auf den Kreislauf bezüglichen Erscheinungen eingegriffen hätte. Die Wellenbewegung blieb vielmehr eine mehr oder weniger unbestimmte, aber sehr allgemein beliebte Anschauungsform von der Bewegung des Blutes in den Gefässen, namentlich in den Arterien. Es ist wohl nicht zu verkennen, dass besonders das Studium des Pulses, der durch das Gefühl wahrnehmbare Pulsschlag der Arterien, die sichtbaren Schlängelungen und Erweiterungen dieser Gefässe bei jeder Systole der Herzkammern, die mit dem Mikroskop verfolgte rhythmische Beschleunigung des Blutstroms u. s. w. auf die bezeichnete Vorstellung von der Blutbewegung eingewirkt haben. Zu den Forschern, welche dieser Ansicht von der Blutbewegung in den Gefässen einen bestimmteren Ausdruck gegeben haben, gehört George Ent, ein eifriger Vertheidiger der Harvey'schen Lehre vom Kreislauf, durch den zugleich entschieden wurde, dass das ganze Arteriensystem beständig, auch während der Diastole der Herzkammer, vom Blut gefüllt sei. Der Puls besteht nach ihm in einer zitternden, wellenförmigen Bewegung vom Herzen bis zu den kleinsten Arterien hin. (Vergl. Sprengel's Gesch. Bd. IV. p. 86 sq.). Nach Weitbrecht giebt sich die Pulsbewegung durch eine successiv erfolgende Ortsveränderung an den Gefässen zu erkennen. (Comm. acad. Petropolit. Vol. 6, 7, 8.). Auch Haller spricht von Blutwellen und von einer Fortbewegung und Fortpflanzung derselben: Vidimus etiam, neque semel, antecedentem undam (uno cordis pulsu de ventriculo sinistro egestam) a subsequente percuti et promoveri. (Elem. phys. Tom. I. p. 446.)

Dem 19. *Jahrhundert* war es vorbehalten, einerseits die Gegensätze zwischen den verschiedenen Ansichten über die Blutbewegung namentlich in den Arterien schärfer herauszustellen und bestimmtere Antworten über die Triebkräfte und über die Art und Weise, wie dieselben den Kreislauf bewirken, zu erzielen.

Scharf und bestimmt tritt Bichat *gegen die herrschende Ansicht von dem wellenförmigen Blutstrom in den Arterien* auf. (Allg. Anatomie, übers. von Pfaff; Tom. I., p. 82 sq.). „Man hat von einer Blutwelle gesprochen, die im Augenblicke der Zusammenziehung des Herzens sich in das ganze arterielle System fortpflanze, und welche von den beiden Unzen Blut gebildet werde, die bei jeder Zusammenziehung des Herzens sich in die Arterien ergiessen"; und an einer anderen Stelle: „Gewöhnlich stellt man sich das Blut in den Arterien, wie das Wasser in den Strömen,

fliessend vor", und leitet dieses von der Zusammenziehung der Arterien her. „So ist es aber nicht. Es verhält sich die Sache, wie bei einer Spritze, aus deren Röhre eine unendliche Menge von kleinen Zweigen entspringen. Sind diese Zweige und der Körper der Spritze voll von Flüssigkeit, so wird in dem Augenblick, in welchem der Kolben der Spritze das Fluidum im Körper forttreibt, die Totalmasse des Fluidum bis an die Enden der Röhre fortgeschoben. Zusammenziehung der linken Kammer, allgemeine Bewegung sämmtlichen arteriellen Blutes und Eintritt einer dem Capillarsysteme zunächst stehenden Portion Blutes in das letztere sind drei Dinge, die ein und derselbe Augenblick vereinigt." Da bei jeder Pulsation nur wenig Blut aus der Herzkammer in die Arterien ausgetrieben wird, und auf der anderen Seite zugleich Blut aus denselben heraustrete, so sei die arterielle Ausdehnung und folglich auch die elastische Zusammenziehung sehr gering, kaum wahrnehmbar, und auch die Bewegung des Blutes von keiner Bedeutung. Der Puls selbst habe zur speciellen Ursache die durch den Stoss auf die Blutmasse herbeigeführte Ortsveränderung der Arterien, und zwar eine augenblickliche und plötzliche für das ganze Arteriensystem; darum wäre auch Bewegung des Blutes und der Puls selbst am verknöcherten Arteriensystem wahrnehmbar. Die ganze Triebkraft des arteriellen Stroms stamme direct vom Herzstosse.

Schon Pfaff hat in seinen vortrefflichen Anmerkungen zu der Uebersetzung des Bichat'schen Werkes darauf hingewiesen, dass der Verfasser auf die Hindernisse, welche die fortgestossene Blutmasse auf ihrer Bahn erleidet, und also auch auf die weiter daraus hervorgehenden Consequenzen zu wenig Rücksicht genommen habe. Bichat verlegt den hauptsächlichsten Widerstand in das Capillarsystem, in welchem der Stoss aufgehalten werde, und behauptet, dass eine unmerkliche organische Contractilität der Capillaren, so wie die Saugkraft der Venen die Weiterbeförderung der Blutmasse nach den Atrien hin übernehme. Allein es gebührt Bichat das Verdienst, auf eine Bewegungsweise des arteriellen Blutstroms, die in der Natur wirklich besteht, und auf welche man heut zu Tage zu wenig Rücksicht genommen hat, mit aller Schärfe, wenn auch einseitig, aufmerksam gemacht zu haben. Es wird sich später zeigen, dass die neuesten Ansichten über die nächsten Wirkungen des durch die Herzkammern ausgepressten Inhaltes auf die Blutsäule der Arterien den Standpunkt Bichat's völlig verlassen haben und in verschiedener Auffassung die Wellenbewegung wieder einführen.

Bevor ich mich zu den neueren Ansichten wende, muss ich noch der Forscher gedenken, welche zuerst die Aufmerksamkeit auf eine zweite, bisher wenig beachtete Triebkraft des thätigen Herzens für die Blutbewegung, nämlich auf die bei der Diastole der Herzhöhlen sich entwickelnde *Aspiration* oder *Zugkraft* gelenkt haben.

Nach Oesterreicher (Versuch einer Darstellung der Lehre vom Kreislauf des Blutes. 1826, p. 153) hat schon Wildegans (Diss. de causis mot. progress. sanguinis in venis. 1772) die Saugkraft des Herzens als Triebkraft für den Venenstrom hingestellt. Auch Haller deutet darauf hin, dass das Blut in den Vorhof, wie in ein leeres Gefäss, in einen leeren Raum hineingetrieben werde, ohne jedoch einen besonderen Werth darauf zu legen. (Elem. phys. Tom. II., p. 325). Desgleichen lässt And. Wilson den Rückfluss des Blutes durch die Venen dadurch unterstützt werden, dass das Herz dem Blute in den Hohladern einen leeren Raum darbiete. (Götting. gelehrt. Anz. 1775, p. 343.).

Ebenso haben Blumenbach (Instit. phys. p. 100; §. 126) und Pfaff (Bichat's Allg. Anat. Tom. I., p. 181; Anmerk.) auf die Aspiration der sich erweiternden Herzhöhlen als Triebkraft für die Bewegung des Blutes in den Venen hingewiesen.

Am Ausführlichsten haben diesen Gegenstand Zugenbühler (Diss. de motu sanguinis per venas, 1815) und Schubarth mit Gilbert (Gilbert's Annalen der Phys.; neue Folge, Bd. XXVII. p. 41 sqq.) behandelt. Die erste Abhandlung ist mir nicht zugänglich gewesen. Aus der zweiten, lehrreichen Arbeit entnehme ich Folgendes. Die Verff. heben zunächst hervor, dass der durch die Systole der Herzkammer dem Blute in den Arterien ertheilte Stoss wegen Zunahme der Blutmasse, in Folge der Reibung, durch die Verästelung der Arterien etc. allmählich abgeschwächt werde und nicht über das Arteriensystem hinausreiche. Man kann ferner nicht leugnen, sagt Zugenbühler zufolge einer Notiz Schubarth's (a. a. O. p. 87.), dass in einem hermetisch verschlossenen Gefässe ein leerer Raum entstehe, wenn man die Wände ausdehne, und dass eine mit ihm zusammenhängende Flüssigkeit sich in diesen, durch den Luftdruck getrieben, hineinstürzen werde. Nun überlege man, wie sehr das Herz einem solchen Gefässe analog sei. Das Herz ist also, sagt Schubarth, eine doppelte Saug- und Druckpumpe, die stets gleichzeitig in Thätigkeit treten, indem die Vorkammern sich gerade dann erweitern, wann die Kammern sich in der Systole befinden. Die Arterien sind die Steigröhren der Kammern als Druckpumpe; die Venen sind die Stiefeln für die Vorkammern als Saugpumpe; die Klappen sowohl des Herzens als der Venen sind die Klappenventile der Druck- und Saugpumpe. Die Hauptursache der Bewegung des Venenblutes ist in der Diastole der Herzhöhlen zu suchen. Gilbert führt in der Nachschrift zur Schubarth'schen Abhandlung die Ansicht von dem Herzen und den Gefässen als einem doppelten Saug- und Druckwerk mit Zubehör bis in die kleinsten Details aus. Es scheint mir nicht nothwendig, auf die Einzelnheiten, von denen einige auch unrichtig sind, näher einzugehen; nur die Darstellung Gilbert's in Betreff des Blutstromes der Arterien, welche er zur Erläuterung der Parry'schen Erklärung des Pulses giebt, mag hier ihre Stelle finden.

Die linke Kammer presst, sagt Gilbert, etwa 5 Loth Blut in die Aorta hinein, und zwar in dem Zeitraum von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ Secunde. In steifen Röhren wäre dieses unmöglich, da die Haarröhrchenkraft in den Capillaren, für eine so kurze Dauer der Wirkung, die engen Mündungen derselben so gut als verschliesst. Die biegsamen Wände der Arterien geben aber dem Drucke, der auf sie einwirkt, nach; sie schwellen auf (Puls), die nächsten bei den Kammern zuerst und so fort, und, da zu dieser Wirkung ein Theil der bewegenden Kraft verbraucht wird, so muss der Druck gegen die Arterienwände und also auch der Puls weiter vom Herzen ab geringer werden. Desgleichen wird die Blutmasse weiter abwärts vom Herzen mit dem Ueberschuss der systolischen Kraft der Herzkammer über den Theil, der zur Anschwellung und Ausdehnung der elastischen Wände der Arterienstämme nahe beim Herzen verbraucht wird, in die feinen Arterien fortgestossen. Befindet sich die Herzkammer in der Systole, so ziehen die grossen Schlagadern dem Herzen zunächst sich wieder auf die ursprüngliche Weite zusammen und schieben eine, der hineingepressten gleiche Blutmenge in die entlegeneren Theile dieser Schlagadern und ihre Verästelungen hinein. Daher wird das Blut in den entlegeneren Theilen der Arterien immerfort mit ziemlich gleicher Kraft vorwärts bewegt, und

zwar abwechselnd durch die Systole der Kammern und, während der Diastole derselben, durch den Druck der gespannten und sich wieder zusammenziehenden Wände der Aorta und Arterienstämme.

Die Uebersicht und Beurtheilung der *neueren* und *neuesten Ansichten* über den Kreislauf des Blutes durch Vermittelung des thätigen Herzens wird uns erleichtert, wenn wir die empirischen Grundlagen, in welchen dieselben wurzeln, vorausgehen lassen. Diese Grundlagen waren theils aus der unmittelbaren Beobachtung des strömenden Blutes bei Thieren, theils aus manometrischen Versuchen gewonnen, und die einzelnen Ansichten tragen häufig die Farbe der von den einzelnen Forschern beliebten Forschungsmethode. Namentlich aber hat die neueste Zeit fast gänzlich vergessen oder absichtlich vernachlässigt, was die unmittelbaren Beobachtungen des strömenden Blutes lehrt.

Die wichtigsten *Resultate*, welche *aus den mikroskopischen Untersuchungen des Kreislaufes* bei Embryonen von Fischen, Amphibien, Vögeln, Säugethieren, desgleichen aus der Beobachtung der Schwimmhaut der Frösche, der Mesenterien kleinerer Thiere, der Lungen bei Amphibien etc. gewonnen wurden, sind für unseren Zweck folgende:

1) Bei geschwächtem Zustande der Thiere, in der Agonie, in Fällen, wo der Blutstrom in den Capillaren aufgehört hatte, bei Embryonen endlich auch ohne Abschwächung der Herzthätigkeit wird die Blutsäule in den Arterien bis zu den Capillaren hin mit jeder Systole der Kammer fortgestossen, während in der Diastole das Blut stillsteht oder auch etwas zurückgeht. (Fluctuation; Oscillation). (Spallanzani a. a. O. Diss. II., Result. V. p. 162; Döllinger in den Denkschriften der Königl. Baiersch. Akad. d. Wiss. Bd. VII. p. 46 sq.; Pander in seinen Beiträgen zur Entwickelungsgesch. p. 19; Oesterreicher a. a. O. p. 79 sq.; Wedemeyer in seinen „Unters. über den Kreislauf des Blutes" p. 190 sq.; Joh. Mueller in dem Handb. der Phys. des Mensch. Bd. I. p. 206, erste Aufl.).

2) Bei kräftigem Zustande des Thieres bewegt sich das Blut in den Arterien continuirlich und mit jeder Systole rhythmisch beschleunigt; dieses wird von allen genannten Forschern angegeben. In meiner Beschreibung der Erscheinungen des Kreislaufes bei Fischembryonen habe ich darauf hingewiesen, dass ein wirklicher continuirlicher Strom in Arterien erst, und zwar bei sehr frequenten Herzschlägen, in den Endverzweigungen auftritt, und dass derselbe in dem übrigen Theile des Arteriensystems nur in Folge einer Sinnestäuschung continuirlich erscheint. Bei jeder Vorwärtsbewegung der Blutsäule in den Arterien werden in gewissen Stellen Schlängelungen und Locomotionsveränderungen, weniger auffallend, oft gar nicht, Erweiterungen und Verengerungen bemerkbar. (Puls). Nach Spallanzani und den neueren Forschern nimmt die Geschwindigkeit des Blutstroms von den Stämmen nach den Zweigen hin allmählich ab.

3) Steht das Herz temporär still, so hört jeder pulsatorische Forttrieb des Blutes in den Arterien sogleich auf. (Wedemeyer: a. a. O. p. 194).

4) In den Uebergängen der Arterien in die Venen, in den Capillaren, ja selbst in den Endverzweigungen der Arterien fliesst das Blut bei kräftigen Thieren nur continuirlich, und langsamer als in den Arterien und Venen. Bei schwachen Thieren erstreckt sich die Pulsbewegung auch auf die Capillaren, und kann hier auch als rhythmische Beschleunigung des continuirlichen Stromes auftreten.

Der continuirliche Strom in den Capillaren etc. kann auf kurze Zeit noch fortdauern, nachdem die Herzthätigkeit aufgehört hat.

5) In den Venen fliesst das Blut continuirlich und langsamer als in den daneben gelagerten Arterien. (Spallanzani fand im Allgemeinen in Arterien und Venen gleiche Geschwindigkeit bei gleichem Diameter des Gefässes a. a. O. Diss. II. p. 188.). Die Geschwindigkeit des Blutstromes in den Venen nimmt von der Peripherie nach dem Herzen hin allmählich zu.

6) In den Hohlvenen und in den Venen dem Herzen zunächst fliesst das Blut absatzweise in der Art, dass es seinen Lauf mit der Diastole der Vorkammer beschleunigt und während der Systole entweder langsamer zum Herzen fortfliesst oder stillsteht oder durch die von den Atrien zurückgeworfene Blutmasse zurückgetrieben wird. (Venöser Puls).

7) Döllinger, Pander, Oesterreicher, Wedemeyer haben ebenso, wie Spallanzani, beobachtet, dass bei Embryonen die stossweise beschleunigte Bewegung des Blutstroms in den Arterien zuweilen auch auf die Venenwurzeln übergeht.

8) Döllinger und Wedemeyer haben, wie Spallanzani, bei Embryonen beobachtet, dass das Blut im ganzen Gefässsystem nur ruckweise vorrückte. Wedemeyer weiset zugleich darauf hin, dass das stossweise Vorrücken des Blutes in den Arterien von der Systole der Kammer, dasjenige in den Venen von der zur gleichen Zeit eintretenden Diastole der Vorkammer abhängig sei. (a. a. O. p. 227.).

9) Pander und Wedemeyer beschreiben eine Erscheinung des Kreislaufes bei Embryonen, die auch ich sehr häufig zu beobachten Gelegenheit hatte, und durch welche sie von der Saugkraft der sich erweiternden Herzhöhlen überzeugt wurden. Das Herz stand still, der Kreislauf hatte aufgehört. Darauf begann die Herzthätigkeit von neuem. Bei der Systole des Vorhofs bewegte sich das Blut rückwärts in den angrenzenden Venen und stürzte dann bei der Diastole rasch in den Vorhof hinein. Dieselbe Erscheinung wurde während der Systole und Diastole der Kammer an der Blutsäule der Aorta beobachtet.

10) Die Blutkörperchen zeigen in dem Strome keine von diesem unabhängige Bewegung; sie bewegen sich gleichmässig mit denselben; nur diejenigen, welche zufällig an die Wandung des Gefässes anstossen, werden in ihrem Laufe mit dem Strome zurückgehalten.

Die von Stephan Hales zuerst angestellten *manometrischen Versuche* wurden im 19. Jahrhundert wieder von Poisseuille (Recherches sur la force du coeur aortique; Magendie's Journal de Phys. Tom. IX. p. 341 sq.) aufgenommen und in neuester Zeit besonders durch das von Ludwig construirte Kymographion gefördert. Für die Fragen, welches die Triebkräfte des Herzens sind, und wie dieselben für den Kreislauf des Blutes verwerthet werden, scheinen mir besonders *folgende Resultate* hervorgehoben werden zu müssen.

1) Der Blutdruck ist in den Arterien viel bedeutender, als in den Venen. Bei den warmblütigen Thieren lässt sich nach Volkmann (Hämodynamik,) der mittlere Blutdruck am Anfange der Aorta auf ungefähr 200 Mill. Quecksilber veranschlagen.

2) Der Blutdruck nimmt in den Arterien, wie Volkmann gegen Poisseuille nachwies

(a. a. O. p. 160 sq.), vom Herzen nach den Capillaren hin ab. Diese Abnahme des Blutdruckes scheint in den grossen Arterien nur wenig, in den Arterien kleineren Kalibers dagegen schneller stattzufinden.

3) Durch die bei jeder Systole der Kammern in die Arterien eingepresste Blutmasse wird die Spannung des Arterienblutes etwas erhöht; bei jeder Diastole der Kammern fällt der Blutdruck in den Arterien. Diese während der Herzpulsationen eintretenden Erhöhungen und Erniedrigungen der Spannungsverhältnisse in den Arterien hören gegen die Capillaren hin auf.

4) Der Blutdruck in den Venen zeigt eine Abnahme von der Peripherie nach dem Herzen hin. Nach Volkmann (a. a. O. p. 173) beträgt der Blutdruck beim Kalbe in der Vena metatarsi 27,5 M. Quecks., in der Vena jugul. 9 Mill. Der Blutdruck in Venen nimmt mit Brunner (Zeitsch. f. rat. Med. 1854, p. 336 sq.) im Allgemeinen zu, wenn er in den Arterien absinkt.

5) In der Hohlvene des Hundes ist die mittlere Spannung des Blutes geringer als der Luftdruck gefunden worden. (Volkm. u. Ludwig; a. a. O. p. 355.).

6) Durch den bekannten Wedemeyer'schen Versuch (a. a. O. p. 307 u. 309), sowie durch V. Weyrich (De cordis adspiratione experim. 1853. p. 17 sq.) wird erwiesen, dass das Herabsinken des Blutdrucks in den Hohlvenen unter den Atmosphärendruck nicht allein durch Inspirationsbewegungen, sondern constant mit jeder Diastole der Vorhöfe (Kammer?) eintritt, und dass der Blutdruck mehr oder weniger als der Atmosphärendruck beträgt, ja selbst bis auf die Höhe desselben sich erhebt. Weyrich weiset zugleich auf den Unterschied hin, welchen die durch das Kymographion gezeichneten Wellenlinien hinsichtlich ihrer Form darbieten. In den Wellenlinien der Arterien sind die Höhen abgerundet, die Vertiefungen mehr spitz, umgekehrt bei den Wellenlinien der Hohlvenen. Die Weyrich'schen Versuche haben auch gelehrt (a. a. O. p. 27), dass nach Unterbindung der Vena subclavia die aspiratorischen, mit der Diastole des Atrium's zusammenfallenden Wellenthäler constant tiefer werden, wie es erwartet werden müsste, wenn das Herabsinken des Blutdruckes vom Herzen abhängt.

7) An den Capillaren sind bis dahin manometrische Versuche nicht anzustellen gewesen. Man schliesst aus der, auch nach dem Aufhören der Herzthätigkeit einige Zeit fortdauernden Bewegung des Blutes aus den Arterien nach den Venen hin, dass der Blutdruck in den Capillaren geringer sei als in den Arterien, aber höher als in den Venen. Der Blutdruck in den Capillaren ist hiernach veränderlich mit der Veränderung der Spannungsverhältnisse in den Arterien und Venen, nach bekannten physikalischen Gesetzen.

Von ausserordentlichem Einfluss endlich auf die heutigen Ansichten vom Kreislaufe des Blutes ist die Beobachtung E. H. Weber's gewesen, dass *der Puls in den Arterien nicht synchronisch* sei, sondern zur Fortpflanzung vom Herzen bis zum Fusse einen Zeitraum von $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{6}$ Secunde gebrauche (de pulsu, resorptione etc. adnotat. anat. et phys. Lps. 1831). Durch diese Beobachtung wurde die Vorstellung Bichat's von der einfachen Stossbewegung des Blutes in den Arterien verdrängt und die der Wellenbewegung machte sich geltend.

In dem Vorhergehenden sind die Beobachtungen und Erfahrungen mitgetheilt, welche, obschon meist mit einseitiger Berücksichtigung, den neueren Ansichten über die Triebkräfte des thätigen Herzens und über die Art und Weise, wie dieselben beim Kreislauf des Blutes in den Gefässen verwerthet werden, zum Grunde gelegen haben. Auf die allerdings dankenswerthen Bemühungen der neuesten Zeit, den Blutkreislauf einer mathematisch-physikalischen Behandlung zu unterziehen, glaube ich hier nicht näher eingehen zu dürfen. Unsere Kenntnisse über das nähere Verhalten strömender Flüssigkeit von der Beschaffenheit des Blutes in elastischen Röhren von der Form und Beschaffenheit der Blutgefässe, desgleichen über die Natur der Widerstände, die hier auftreten, über die Spannungsverhältnisse des Blutes während des Kreislaufes an verschiedenen Orten und bei eingetretener Ruhe, über das Kraftmaass der Herzthätigkeit sind überdiess so unvollkommen, dass man vor der Aufgabe vielmehr zurückschrecken könnte, als damit einen grossen Aufwand machen möchte. Ich beschränke mich daher, mit Rücksicht auf die von mir gestellten Fragen die *neuesten Hauptansichten vom Kreislauf* des Blutes hier folgen zu lassen.

A. Was zunächst die Triebkräfte des thätigen Herzens betrifft, so sind namentlich von allen Forschern (Döllinger, Pander, Oesterreicher, Wedemeyer u. A.), welche die Erscheinungen des Kreislaufs bei Embryonen kennen gelernt haben, *zwei Triebkräfte, die Druck- und Zugkraft*, für die Bewegung des Blutes in Arterien und Venen in Rechnung gebracht. Alle sind zugleich der Ansicht, dass die durch die Diastole der Vorkammer vermittelte Saugkraft ein geringeres Kraftmaass besitze, als die durch die Systole der Kammer ausgeübte Druckkraft. Weyrich und Oesterreicher lassen die Druckkraft durch die Capillaren hindurch auch auf die Bewegung des Blutes in den Venen direct einwirken. Nach Weyrich soll die Saugkraft nur dazu dienen, den Nachtheil, welcher der durch die Systole der Vorkammer bewirkte Rückfluss des Blutes in den Hohlvenen hervorbringe, zu beseitigen. J. Mueller und Donders stellen die Saugkraft des Herzens nicht in Abrede, allein sie gestatten demselben keinen erheblichen Einfluss auf das Zustandekommen der Blutbewegung in den Gefässen.

B. Wohl alle maassgebenden Ansichten der Jetztzeit über den Kreislauf gehen von nur *einer Triebkraft des thätigen Herzens, von der Druck- oder Stosskraft*, aus.

Magendie (Physiolog. übersetzt von Hofacker; Bd. II., p. 215 sq.) und Joh. Mueller (a. a. O.) lassen die Stosskraft des Herzens zum Theil direct, zum Theil indirect durch Spannung der elastischen Arterienwände auf die Bewegung des Blutes in den Gefässen einwirken. Das stossweise Fortrücken des Blutes in Arterienstämmen erlischt, wie Joh. Mueller sagt, in den kleineren Arterien; durch Spannung der Arterienwände gehe die directe Stosswirkung verloren, und diese Spannung nun trete compensirend als Treibkraft des Blutes auf. Sowie die zusammengedrückte Luft in den Windkesseln der Feuerspritze, ebenso mache die im Puls erweiterte, durch ihre Elasticität sich verengernde Arterie die pulsatorische Bewegung des Blutes in den Arterien zugleich zu einer continuirlichen, aber pulsatorisch verstärkten; unter dem compensirenden Druck der Arterien gehe dann der continuirliche Fluss durch die Capillaren und in den Venen zum Herzen weiter. Werde das Herz schwach und seine Stosskraft geringer, so werden auch die Arterienwände weniger aus-

gedehnt und weniger Spannkraft erzeugt; das Blut fliesse nur stossweise, und der Stoss pflanze sich selbst bis in die Capillaren fort. Joh. Mueller denkt sich, mit Rücksicht auf Weber's Beobachtung, das pulsatorische Fortrücken des Blutes mit einem wellenförmigen Ablauf; allein die Stosskraft schiebt doch direct und unmittelbar die Blutmasse in den Arterien vorwärts, und die Spannung der Arterienwände wird zu einer secundären und compensirenden Triebkraft des Blutes.

In etwas anderer Weise stellte sich Volkmann die Wirkung der Stosskraft des Herzens vor. Der Verf. macht zunächst darauf aufmerksam, dass in der Bewegung des Blutes der Arterien während des Pulses nicht etwa eine Bewegung nur mit Veränderung der Form der Masse, sondern eine wellenförmige Bewegung mit Fortbewegung der Masse vorliege. Bei jeder Systole, sagt Volkmann (Hämodynam. p. 104), werde etwa 6 Unzen Blut in die Aorta gepresst. Diese Blutmenge dringt in das gefüllte Arteriensystem mit grösserer Schnelligkeit ein, als sie abfliessen kann und bewirkt eine locale Erweiterung der Arterien an ihrem Ursprunge. Sobald die Systole hier nachlässt, rückt durch die elastische Contraction der Arterien der Ueberschuss an Blut weiter. Der ausgedehnte Gefässabschnitt, welcher sich zusammenzieht, tritt, der Function nach, an Stelle des Herzens; er entleert einen Theil seines Inhaltes in weiter abwärts liegende Abschnitte der Arterien etc., bis endlich der Ueberschuss in das Capillarsystem hineingedrückt wird. Nach dieser Darstellung wird die Spannung der Arterienwände und der erhöhte Blutdruck daselbst nur bei jedesmaliger Systole der Kammern erzeugt, und derselbe rückt mit einer Art wellenförmiger Fortpflanzung vom Herzen nach den Capillaren hin; die Blutbewegung in den Arterien ist eine durch jede Systole der Kammern herbeigeführte wellenförmig ablaufende Vorwärtsbewegung der Blutmasse, die sich in den Arterien zu einer einfachen, continuirlichen verwandelt. Später hat Volkmann sich der Ansicht Weber's theilweise angeschlossen. (Müll. Arch. 1854, p. 134 sq.).

Nach E. H. Weber (Müll. Archiv 1851 p. 497 sq. und 1853 p. 156 sq.) entsteht die Bewegung des Blutes hauptsächlich durch Druckdifferenz; auch das Wachsthum und die Fortdauer der Bewegung des Blutes ist von der Druckdifferenz abhängig. Man muss in dem Kreislauf des Blutes die „beharrliche Strombewegung“ und die „wechselnde Wellenbewegung“ unterscheiden, welche letztere nur in den Arterien Statt hat und die Ursache des wahrnehmbaren Pulses ist. Bei dem Strömen des Blutes ist das Gleichgewicht zwischen allen Theilen der strömenden Flüssigkeit aufgehoben; alle Theile der Flüssigkeit erleiden dadurch gleichzeitig eine Veränderung ihrer Lage; der Strom ist ein bewegter Körper. Bei der Wellenbewegung dagegen findet Störung des Gleichgewichts nur in einem Theile der Flüssigkeit Statt, und das Streben dieses Theiles in den Gleichgewichtszustand zurückzukehren, bringt successiv eine Störung des Gleichgewichts in der benachbarten Flüssigkeit u. s. f. hervor, und dadurch schreitet die Welle fort. Jede Entleerung der Kammer durch die Systole derselben vermehrt das Blutquantum in den Arterien, da wegen der Widerstände die Ausgleichung der entstandenen Druckdifferenz während einer Pulsation des Herzens (1 Secunde) nicht erfolgen kann. Jede Füllung der Vorhöfe vermindert die Blutmenge in den Venen und verringert den Blutdruck in denselben. Durch das Streben des Blutes diese Druckdifferenz in Arterien und Venen auszugleichen, entsteht der beharrliche Strom und schliesslich auch die Eröffnung und Füllung

des erschlafften Vorhofs. Während in den Capillaren und Venen gewöhnlich keine andere, als die Strombewegung des Blutes vorhanden ist, tritt in den Arterien noch die Wellenbewegung hinzu, durch welche der beharrliche Strom rhythmisch beschleunigt wird. Diese Wellenbewegung wird durch das in das gefüllte Arteriensystem vom Herzen hineingepumpte Blutquantum erzeugt, gerade so wie man durch das Hineinspritzen einer Quantität Flüssigkeit in Wasser mit freier Oberfläche Wellen hervorbringe.

Aus diesen Mittheilungen ergiebt sich in allgemeinen Umrissen der *Unterschied der* Weber'schen *Ansicht von derjenigen* J. Mueller's und Volkmann's. Bei den zuletzt genannten Physiologen wirkt der ausgepresste Kammerinhalt direct und unmittelbar auf die Fortbewegung der Blutmasse im Arteriensystem, und zwar mit successivem, d. h. wellenförmigem Ablauf; zu dieser unmittelbaren Stosswirkung des Herzens tritt nach J. Mueller secundär und compensirend die Anspannung der Arterienwände als Triebkraft hinzu und bewirkt den continuirlichen Strom in Arterien, Capillaren und Venen. Bei E. H. Weber hat die Druckkraft des Herzens aufgehört, eine directe Einwirkung als Stosskraft auf die Fortbewegung des Blutes in den Arterien auszuüben. Der volle Nachdruck wird vielmehr darauf gelegt, dass das ausgepresste Blutquantum der Kammer die Blutmenge im Arteriensystem vermehrt, die Arterienwände anspannt, den Blutdruck erhöht, Druckdifferenz im Gefässröhrensystem erzeugt. Diese also secundär durch die Druckkraft des Herzens erzeugte Druckdifferenz im Gefässsystem ist die Hauptursache aller Bewegung des Blutes in den Gefässen, die hiernach überall und zunächst nur continuirlich sein kann. Der durch Druckdifferenz bewirkte Strom eröffnet sich auch die Vorkammer, deren Aufgabe sich darin erfüllt, durch rhythmische Entleerung des Inhaltes die Abführung eines, dem in das Arteriensystem ausgeworfenen Kammerinhalte gleichen Blutquantum's aus den Venen zu gestatten, damit ein beharrlicher Zustand in der Druckdifferenz herbeigeführt werde. Der ausgepresste Kammerinhalt hat noch eine zweite, gleichfalls nur secundär sich geltend machende Einwirkung auf die Blutmasse in den Arterien; er erzeugt eine positive Welle, den Puls; für die Bewegung des Blutes ist sie von untergeordneter Bedeutung. Dennoch liegt in der Anwendung der Wellenbewegung des Wassers mit freier Oberfläche auf die pulsatorische Bewegung des Blutes in den Arterien ein Hauptmoment der Weber'schen Lehre vom Kreislauf, und ich bin daher um so mehr genöthigt, auf die Einzelnheiten näher einzugehen, als ich mich zu rechtfertigen wünsche, dass ich mich dieser Ansicht in der Folge nicht so anschliesse, wie man es wohl erwarten dürfte.

Nach E. H. Weber gelten die *Gesetze der Wellenbewegung in einer tropfbaren Flüssigkeit* auch für die Wellenbewegung in einer elastischen, ausdehnbaren, mit Wasser erfüllten Röhre (Müll. Arch. 1853, p. 507). In der Wellenlehre der Gebrüder E. H. Weber und W. Weber (Leipzig, 1825), sowie in der soeben citirten Abhandlung E. H. Weber's sind uns diese Gesetze, sowie die *Uebertragung derselben auf die Blutbewegung in den Gefässen* auseinandergesetzt, und ich glaube daraus Folgendes entnehmen zu müssen.

„Der Stoss, der eine Welle im Wasser oder in einer anderen tropfbaren Flüssigkeit veranlasst, ist zwar die unmittelbare Ursache der Entstehung der (ersten) Erhabenheit oder (ersten)

Vertiefung, die man Welle nennt, keineswegs aber die unmittelbare Ursache des Fortschreitens dieser (ersten) Welle. Dadurch unterscheiden sich die Wasserwellen sehr auffallend von den Schallwellen, in welchen das Fortschreiten der Wellen die unmittelbare Wirkung des fortgepflanzten Stosses ist. Die sichtbare Bewegung, die der Stoss im Wasser hervorbringt, beschränkt sich auf einen ziemlich engen Umkreis um den Punkt herum, wo der Stoss wirkte. (Wellenlehre, p. 280 sq.). Die Kraft, welche das Fortschreiten der Welle bewirkt, ist eine andere, von dem Stosse, der zur Entstehung der ersten Bewegung in Wasser Veranlassung gab, ganz verschiedene, die Schwerkraft. Sie bewirkt, dass die über das Niveau erhobenen Flüssigkeitstheilchen herabsinken und dadurch die unter ihnen befindliche Flüssigkeit von neuem drücken und ringsherum in einer kleinen Entfernung sich zu bewegen nöthigen; u. s. f. (p. 283). Die Ursache, warum ein auf tropfbare Flüssigkeiten wirkender Stoss an der Oberfläche nur in nächster Umgebung der gestossenen Stelle eine Bewegung hervorbringt, keineswegs aber sich successiv in grosse Entfernungen erstreckt, liegt theils darin, dass die tropfbaren Flüssigkeiten sehr wenig elastisch sind, theils darin, dass sie wegen der Beweglichkeit ihrer Theilchen so leicht an der Oberfläche ausweichen. Werden Flüssigkeiten verhindert, an der Oberfläche auszuweichen, z. B. dadurch, dass das Fluidum ringsum eingeschlossen ist, so ist die Entstehung von Wasserwellen unmöglich. Eine freie Oberfläche ist wesentliche Bedingung der Entstehung von Wasserwellen und sie schreiten auch nur in 2 Dimensionen, der Länge und Breite fort und könnten deswegen Ringwellen genannt werden (a. a. O.).“

„Die Wellenbewegung der tropfbaren Flüssigkeiten ist eine (durch die Schwerkraft veranlasste) fortschreitende Schwingung der Flüssigkeitstheilchen; die Welle aber ist nur die Form einer Gesammtheit von Flüssigkeitstheilchen, in welcher sich successiv andere und andere Theilchen vereinen, vorn nach einander eintretend, hinten austretend (a. a. O. p. 117). Man unterscheidet an der Oberfläche der in Wellenbewegung begriffenen Flüssigkeit „Wellenberge“ und „Wellenthäler“; da in der Natur stets beide verbunden vorkommen, so wird auch die Verbindung beider zu einer Welle gerechuet. (a. a. O. p. 101). Nach der wellenerregenden Ursache und der damit verbundenen Ungleichheit im Umfange der Thäler und Berge werden positive oder Bergwellen von den negativen oder Thalwellen unterschieden; jene werden durch Einpumpen, diese durch das Absaugen von Flüssigkeit mittelst einer Spritze erregt. (Müll. Arch. 1853, p. 502.). Bei einer fortschreitenden Bergwelle sind die Wassertheilchen im vorderen Theile im Steigen, die im hinteren Theile im Sinken begriffen, und zugleich bewegen sich dabei alle Wassertheilchen zugleich vorwärts. Jedes Wassertheilchen, durch dessen Ort eine Bergwelle geht, bewegt sich in Gestalt einer halben Ellipse oder eines Halbkreises, wenn das Wasser sehr tief ist. Bei einer fortschreitenden Thalwelle sind die Wassertheilchen des vorderen Abschnittes im Sinken, die des hinteren im Steigen begriffen und zugleich bewegen sie sich alle rückwärts, d. h. in entgegengesetzter Richtung als die Thalwelle. Jedes Wassertheilchen, durch dessen Ort die negative Welle geht, bewegt sich hier erst rückwärts und abwärts und hierauf rückwärts und aufwärts. (a. a. O. p. 503.). Folgen sich gleich grosse Berge und Thäler abwechselnd

aufeinander, so vollendet ein Wassertheilchen immer von Neuem einen Umlauf in derselben Bahn, so oft eine neue Welle den Ort passirt und kehrt daher immer in einer elliptischen oder kreisförmigen Bahn auf seinen früheren Ort zurück. Wird dagegen durch schnell aufeinander folgendes Einpumpen von Flüssigkeit die Bildung von Wellenthäler verhindert, so rücken die Wassertheilchen mit dem Durchgange jedes neuen Wellenbergs vorwärts; und umgekehrt bei negativen Wellen."

Zu bemerken ist noch, dass die Gebrüder Weber die bezeichnete Schwingung der Wassertheilchen bei fortschreitender Wellenbewegung an in Wasser suspendirten Körperchen mit blossen Augen und der Lupe beobachtet haben. (Wellenlehre p. 119.).

Für die *Uebertragung der Gesetze der Wasserwellen auf die pulsatorische Bewegung des Blutes in den Gefässen* scheinen mir die Mittheilungen der Gebrüder Weber im ersten Abschnitt der dritten Abtheilung ihres Werkes (§. 198 sq.) einen passenden Eingang zu bilden.

Wir haben gesehen, dass eine wesentliche Bedingung für die Entstehung von Wasserwellen die freie Oberfläche ist, und zwar weil das ungehinderte Ausweichen der Flüssigkeit an der Oberfläche für die Bildung und das Fortschreiten der Wasserwellen nothwendig ist. Wasser in einem Rohre, das das Ausweichen desselben verhindert, soll auf einen Stoss, wenn überhaupt, dann gleichzeitig in allen Theilen fortbewegt werden, da das Wasser incompressibel sei. Wellen können sich nicht bilden. Werden dagegen an einer horizontalen Röhre von Holz senkrechte Glasröhren in gewissen Abständen angebracht, der Flüssigkeit also Raum zum Ausweichen gestattet, so pflanzt sich der Stoss von einem Ende der Röhre zum anderen successive, doch viel schneller als in Flüssigkeiten mit freier Oberfläche fort; wurde der Apparat mit Quecksilber gefüllt, so sah man in den Steigröhren die Wellen hin und her laufen; — an dem Steigen und Fallen der Quecksilbersäule der Röhrchen. Um den auf das eine Ende der Röhre wirkenden Stoss (die Verf. sprechen hier weniger von einem Fortschreiten der Welle, als vielmehr von einer Fortpflanzung des Stosses) in noch viel kürzerer Zeit und auf eine mehr in die Augen fallende Weise bis zum anderen Ende der Röhre sich fortpflanzen zu lassen, könnte man eine 1000 Fuss lange horizontale Röhre etwa von Fuss zu Fusse mit Oeffnungen versehen und dieselben mit einer vollkommen elastischen, straffen Haut fest verschliessen. Bei einem plötzlichen Stoss an dem einen Ende der Röhre würde die Flüssigkeit an den nächsten Oeffnungen so weit auszuweichen streben, als es die Ausdehnbarkeit der Membran gestattet. Allein die Kraft, mit welcher diese ausgedehnte Membran sich wieder zusammenzuziehen suchte, würde den Stoss sogleich weiter auf die nächsten Oeffnungen u. s. w. verpflanzen. (§. 204; p. 294).

Was die Schwingungen der Wassertheilchen in solchen Röhrenapparaten betrifft, so weisen die Verfasser zunächst darauf hin, dass die kreisförmige Bahn, in welcher die Wassertheilchen bei Wellenbewegung in Wasser mit freier Oberfläche sich bewegen, aus einer gleichzeitigen Schwingung des Theilchens in zwei Dimensionen, in einer senkrechten und in einer horizontalen, hervorgegangen betrachtet werden können; bei einer elliptischen Schwingungsbahn würden die Schwingungen in der horizontalen Ebene grösser sein, als in der senkrechten. In den genannten Röhrenapparaten nun sollen die kreisförmigen oder elliptischen Schwingungen der Flüssigkeittheilchen in eine senkrechte,

in den perpendiculären Glasröhren wahrnehmbare, und in eine horizontale, in der horizontalen Röhre sichtbare zerfällt werden (p. 297 sq.).

Bei einem Stoss auf den tropfbaren flüssigen Inhalt eines elastischen Röhrensystems entsteht die Welle nach E. H. Weber (Müll. Archiv 1851, p. 510) dadurch, dass die bewegte Flüssigkeit die Röhrenwand in einer gewissen Strecke ausdehnt und spannt, und dass der gespannte Theil der Wand die Flüssigkeit bewegt, indem er auf sie drückt und dadurch wieder die Ausdehnung und Anspannung der nächsten Abtheilung der Röhre hervorbringt.

Die Pulswellen sind positive Wellen; das Zurückweichen des Blutes in der Aorta zunächst den Valvulae semilunares bewirkt eine schwache negative Welle, welche aber die ausreichende Ursache der Verengerung der Arterien während des Pulses nicht ist; die Hauptursache der Verengerung der Arterien liegt in dem beharrlichen Strom des Blutes in Folge der Druckdifferenz (a. a. O. 1853, p. 170.). Die positiven Pulswellen lassen die Arterien im ausgedehnten Zustande hinter sich, und die Arterien verengern sich vermöge der angegebenen Druckdifferenz. Dadurch, dass die positiven Wellen in elastischen Röhren keine Thalwelle hinter sich hervorbringen, unterscheiden sie sich von einer positiven Welle in Wasser mit freier Oberfläche (a. a. O.).

Bei der grossen Geschwindigkeit, mit welcher die Pulswelle fortschreitet, darf man sie sich nicht als eine kurze Welle vorstellen, (wozu die vom Kymographion gezeichneten Wellen Veranlassung geben können), die längs den Arterien fortläuft, sondern so lang, dass nicht einmal eine einzige Pulswelle in der Strecke von der Aorta bis zu den Arterien der grossen Fusszehe Platz hat. (Müll. Arch. 1851, p. 537.). Nimmt man an, dass die die Pulswelle erzeugende Zusammenziehung $\frac{1}{3}$ Secunde dauere, so ist der Anfang mehr als 9 Pariser Fuss weit fortgeschritten, während das Ende derselben in der Aorta entsteht. Man hat also an den Arterien kaum eine halbe Welle. Die Pulswelle hat nämlich in der Secunde eine Geschwindigkeit von $28\frac{1}{2}$ Fuss und daraus ergiebt sich die Länge der Welle.

An allen Winkeln der sich in Aeste theilenden Arterien müssen die positiven Wellen reflectirt werden und eine Verlangsamung des Blutstroms hervorbringen, indem sich die Bluttheilchen in der Richtung nach dem Herzen hin zu bewegen streben. (M. A. 1853, p. 169).

Bedenken und Zweifel gegen die Anwendung der Gesetze der Wasserwellenbewegung auf die pulsatorische Bewegung des Blutes.

Die Weber'sche Ansicht von der pulsatorischen Bewegung des Blutes in den Arterien ist von den meisten neueren Physiologen fast wörtlich adoptirt. Donders ist wohl der einzige, der gleichwohl daneben in seiner Physiologie (Uebersetz. von Theile: Bd. I. p. 86) offen erklärt: „die Beschaffenheit und die Fortpflanzungsweise der Wellen in elastischen Röhren scheint uns noch lange nicht gehörig aufgeklärt zu sein, etc." Ludwig hält die Anwendung der Gesetze der Wellenlehre

der Gebrüder Weber (in Betreff der Wellen des Wassers mit freier Oberfläche) auf den Blutstrom in den Arterien für unbedenklich, wenn das Rohr sehr nachgiebig ist, so dass gleichsam das in ihm enthaltene Wasser mit freier Oberfläche versehen ist (!) (Phys. Bd. II. p. 52). In der Analyse der Wellenbewegung in elastischen Röhren werden die Erscheinungen in der Wandung und in den Wassertheilchen gesondert behandelt und die von dem Einströmen und dem Abfluss des Blutes in den Arterien abhängige Verlängerung und Erweiterung derselben einerseits, sowie ihre Verkürzung und Verengerung andrerseits als eine Wellenbewegung in den Wandtheilchen demonstrirt (a. a. O. p. 49). Es ist überhaupt nicht zu verkennen, dass, sobald die Autoren aufhören, die Weber'sche Ansicht mehr oder weniger wörtlich zu geben, eine gewisse Schwankung und Unsicherheit in der Art, wie die Sache in Uebereinstimmung mit den factischen Erscheinungen des Kreislaufes zu nehmen und zu fassen sei, hervortritt.

Die hauptsächlichste Erscheinung, welche die Anwendung der Wellenbewegung und insbesondere die Gesetze der Wasserwellen auf die pulsatorische Bewegung des Blutes in Aufnahme brachte und im gewissen Sinne sie auch begründen konnte, ist der deutlich wahrnehmbare Unterschied im Auftreten des Pulses in den Arterien zunächst dem Herzen und am Fusse. Wenn es nun auch angenommen werden darf, dass selbst bei einer einfachen Stossbewegung, also dann, wenn scheinbar ein Körper augenblicklich in seiner ganzen Masse fortbewegt wird, eine successive Fortpflanzung des Stosses von dem Berührungspunkte über die ganze Masse vorhanden sei, da doch jeder Körper mehr oder weniger zusammendrückbar und elastisch ist; so kann doch die Thatsache nicht umgangen werden, dass ein Stoss auf die Wassersäule in starren Röhren von bestimmter Länge (ich machte die Versuche mit einer Eisenblechröhre von 22 Fuss Länge und 4''' Durchmesser) scheinbar gleichzeitig die ganze Masse in Bewegung setzt, während bei elastischen Röhren aus vulcanisirten Kautschouk von gleicher Länge und nahe zu demselben Durchmesser die Fortpflanzung des Stosses mit einem kurzen, aber doch schon für die Sinne wahrnehmbaren Zeitverlust verbunden ist. Obgleich nun kaum abzuleugnen ist, dass bei der einfachen Stossbewegung der Wassersäule in starren Röhren eine, allerdings ausserordentlich schnelle Fortpflanzung in den Wassertheilchen von dem einen zum anderen Ende der Röhre stattfinde und also auch hier, wenn man will, von einer Wellenbewegung*) gesprochen werden kann, so ist dieses doch um so mehr bei der Fortpflanzung des Stosses in der

---

*) Die Gebrüder Weber stellen in ihrer Schrift (Wellenlehre p. 291) folgendes Naturgesetz auf. Wenn einem Körper, dessen einzelne Theilchen so untereinander verbunden sind, dass sie keiner Verschiebung, keiner Zusammendrückung und also keiner Bewegung im Einzelnen, sondern nur einer gemeinsamen Bewegung fähig sind, ein Stoss mitgetheilt wird, so theilt sich der Stoss allen Theilen des Körpers gleichzeitig mit und er rückt als ganze Masse von der Stelle, wenn er überhaupt in Bewegung geräth. In einer horizontalen, eisernen Röhre von 10000 Fuss Länge würde also eine Wassersäule, vorausgesetzt, dass die Wandungen vollkommen unausdehnbar und das Wasser vollkommen incompressibel sei, nur als ganze Masse fortbewegt; es würde also weder eine Wasserwellenbewegung, noch überhaupt eine Wellenbewegung in den Theilchen denkbar sein. Der von den Gebrüdern Weber gelieferte Beweis für dieses Grundgesetz geht auf die angegebenen Prämissen zurück, und diese Prämissen möchten wohl in der Natur sich nicht in solcher Strenge erfüllen.

Wassersäule der elastischen Röhre gerechtfertigt. Desgleichen wird man bei der Frage nach der Ursache, welche eine so auffällige Verlangsamung in der Fortpflanzung des Stosses in den Wassertheilchen der elastischen Röhre herbeiführt, ein ganz besonderes Gewicht auf die Elasticität der Wandungen der Röhre legen, auf deren Eigenschaft, dem Druck in der Flüssigkeit leichter auszuweichen und einen Gegendruck auszuüben.

Allein es scheint mir, als ob man den Thatsachen Zwang anthue, wenn man das, in den gespannten und bei jedem Pulse nur wenig nachgehenden und sich erweiternden Arterien fliessende Blut so betrachten wollte, als ob es mit einer freien Oberfläche versehen sei, und, wenn man in Grundlage dieser gezwungenen Position für die pulsatorische Bewegung des Blutes die Gesetze der Wasserwellen in Anwendung bringt, deren Entstehung durch das ungehinderte Ausweichen der Wassertheilchen an der freien Oberfläche wesentlich bedingt ist. Die Gebrüder Weber sagen selbst, die Ursache, warum ein auf tropfbare Flüssigkeiten wirkender Stoss nur in nächster Umgebung eine Bewegung hervorbringt, keineswegs aber successiv sich in grosse Entfernungen erstrecke, also auch die Ursache, warum der Stoss in Wasserwellenbewegung umgesetzt werde, liege darin, dass die beweglichen Wassertheilchen leicht und ungehindert an der Oberfläche ausweichen können. Viel näher scheint es mir daher zu liegen, dass man die Beobachtung über die auf einen Stoss erfolgende Bewegung des Wassers in Röhren mit wenig nachgiebigen Wandungen an diejenige Bewegung anschliesse, die in starren Röhren beobachtet wird. In diesem Falle würde die unmittelbare Fortpflanzung des Stosses in dem Fluidum der elastischen Röhren nicht beseitigt, sondern vielmehr zu untersuchen sein, in wie weit die geringe Nachgiebigkeit und überhaupt die elastische Beschaffenheit der Wandung die unmittelbare Wirkung des Stosses auf die Flüssigkeitssäule so modificirt, dass die Fortpflanzung desselben in Röhren von bestimmter Länge nicht scheinbar augenblicklich, sondern langsamer und für unsere Sinne schon wahrnehmbar abläuft.

Ich fühle mich nicht berufen, von diesem Standpunkte aus auf eine genauere Analyse der sehr verwickelten Frage näher einzugehen; aber ich glaube darauf hinweisen zu müssen, dass die Uebertragung der Gesetze der Wasserwellen auf die pulsatorische Bewegung des Blutes, wie sich eben gezeigt hat, sehr wesentliche Ausnahmen, um nicht zu sagen, Widersprüche nothwendig gemacht hat, dass die Gebrüder Weber selbst bei der, in Folge eines Stosses eintretenden Bewegung des Wassers in Röhren, welche ein theilweises Ausweichen des Inhaltes gestatten, weniger von einem Fortschreiten der Wellen, als von einer Fortpflanzung des Stosses sprechen, dass man bei der pulsatorischen Fortbewegung des Blutes in den Arterien bereits die Uebereinstimmung mit der Schallwellenbewegung, bei welchen der Stoss im Gegensatz zur Wasserwellenbewegung sich direct fortpflanzt, hervorgehoben hat etc., und vor Allem aber darauf, was die unmittelbare Beobachtung des Kreislaufes bei den Fischembryonen etc. gelehrt hat. Es ist Thatsache, dass die Blutsäule in den Arterien mit jeder Systole der Kammer nur ruckweise vorwärtsgeschoben wird, dass mit dem Aufhören der Systole die Blutsäule still steht, dass im grössten Bezirke der Arterien keine Spur einer continuirlichen Blutbewegung vorhanden ist, dass der vorhandene continuirliche Blutstrom als Folge

der Druckdifferenz des Blutes in den Arterien und Venen angesehen werden muss, dass endlich die Blutkörperchen bei der pulsatorischen Bewegung des Blutes in den Arterien keine andere Bewegungsrichtung als die parallel der Axe des Gefässes offenbaren; ich weiss nicht, wie ich bei solchen Erscheinungen die Wasserwellenbewegung unterbringen soll, und hoffe mich darüber gerechtfertigt zu haben, dass ich die pulsatorische Bewegung des Blutes in den Arterien mehr im Sinne einer Stossbewegung aufnehme.

b) Erläuterung des Blutkreislaufes bei Fischembryonen.

Welche Bewegungskräfte entwickelt das thätige Herz für den Kreislauf?

Fast alle Beobachter der neueren Zeit, welche den bei Embryonen sichtbaren Kreislauf in seiner ganzen Ausbreitung verfolgt haben, sind zu der Ueberzeugung gelangt, dass durch die Herzthätigkeit *zwei primäre Triebkräfte* entwickelt werden: die Stoss- oder Druckkraft durch die Zusammenziehung der Herzhöhlen und die Saugkraft bei der Dilatation derselben.

Ueber die Druck- oder Stosskraft des thätigen Herzens herrschen keine Zweifel; die Controversen bewegen sich nur in den Vorstellungen, wie diese Triebkraft bei der Bewegung des Blutes in den Gefässen verwerthet wird. Die Saugkraft dagegen hat ihre Widersacher und Anhänger auch bei denjenigen, die ihr Urtheil über den Kreislauf hauptsächlich von den manometrischen Resultaten abhängig machen, wie oben gezeigt wurde. Ludwig glaubt, dass durch L. Fick (Möll. Arch. 1849, p. 283 sq.) die Saugkraft des Herzens am bündigsten widerlegt sei. L. Fick hat aus seinem Versuche, wie es scheint, diese Schlussfolgerung nicht gezogen, da derselbe ausdrücklich „von einer unleugbar stattfindenden Herzaspiration" spricht. In der That, Fick's Versuch beweiset weder, dass eine Herzaspiration vorhanden, noch auch, dass sie nicht vorhanden ist. Der Verfasser befestigte ein zweischenkliches Manometer mit Wasser in den unteren Hohlvenenstamm und verschloss die obere Hohlvene an dem noch schlagenden Herzen einer Katze. Es zeigte sich, dass der Inhalt des Manometers, nachdem derselbe bei den ersten Schlägen bis auf das Nivean des in das Herz eingebundenen Schenkels herabgesunken war, vollkommen stillstand, obgleich noch 35, angeblich kräftige Pulsationen folgten. Das Resultat blieb dasselbe, ob Herz und Manometer in Salzwasser von 30° R hinabgesenkt oder aus demselben hervorgehoben wurden. Der Umstand, dass der Inhalt des Manometers vollkommen, also auch bei den Zusammenziehungen der Herzhöhlen stillstand, beweiset zur Genüge, dass auf diesen Versuch gar kein Werth gelegt werden darf.

Durch solche Versuche lässt sich die durch Wedemeyer, V. Weyrich u. A. ermittelte Thatsache, dass der Blutdruck in den Hohlvenen während der Diastole des Herzens unter den atmosphärischen Druck herabsinke, nicht beseitigen und durch diese Thatsache wird die bei der Diastole des Herzens entwickelte Zugkraft oder Aspiration des Herzens auf manometrischem Wege festgestellt.

Von den, bei den Fischembryonen sichtbaren Erscheinungen der Blutbewegung lassen sich folgende nur durch die Existenz einer Zugkraft des Herzens erklären.

1) Diejenigen, welche behaupten, dass die Herzaspiration nicht existire, sind zu der Annahme gezwungen, dass das Blut der in das Herz einmündenden Venen unter einem von der Systole der Kammer unmittelbar oder mittelbar abhängigen Drucke (Vis a tergo) stehe und durch diesen das geschlossene Ostium venosum atrii zur runden Oeffnung erweitere, die zusammengepressten Wandungen auseinanderdrücke, so sich selbst seine Bahn breche und die Herzvorkammer anfülle. Dieser Druck müsste bei Fischembryonen, — nach der plötzlichen und schnellen Wirkung zu urtheilen, — nicht unbedeutend den Atmosphären-Druck übersteigen, da das Pericardium mit seinem Inhalt jedenfalls den Druck der Atmosphäre zu tragen hat. Die Fischembryonen in den frühesten Entwickelungsperioden, namentlich die des Hechtes (vergl. Fig. 4. d. p.), lassen unzweideutig übersehen, dass obige Annahme völlig unhaltbar ist. Der ziemlich geräumige Herzbeutel mit seinem Liquor pericardii wird nur durch eine sehr dünne, häutige Lamelle, in welche die Wandung der Vorkammer ausläuft, von dem gleichfalls sehr geräumigen Sinus venarum communis, wie durch ein Septum, geschieden. Bei dieser Lage beider Höhlen ist es nothwendig, dass sich ein gleicher hydrostatischer Druck in den Flüssigkeiten beider Höhlen einstellt; d. h. der Druck, unter welchem das Blut in dem Sinus venarum steht, ist derselbe, unter welchem sich auch der Liquor pericardii befindet. In diesem Druckverhältniss können die abwechselnd sich verengernden und erweiternden Herzhöhlen keine Aenderung herbeiführen. Wenn daher der Liquor pericardii mit demselben Kraftmaass von aussen her auf die Wandung des in der Systole zusammengezogenen Atrium's drückt, mit welchem der Druck des Blutes im Sinus venarum com. gegen das Ostium atrii venosum und das häutige Septum gerichtet ist, so kann von einem Auseinanderpressen der Wandung der Vorkammer und ihrer Eröffnung durch denselben nicht die Rede sein. Die Erweiterung und Eröffnung des Vorhofes kann nur durch eine neu hinzutretende, vom Blute unabhängige Kraftleistung zu Stande kommen, und hier bleibt keine andere Wahl, als die Annahme, dass die Wandung der systolischen Vorkammer zufolge einer in den Bestandtheilen eintretenden Veränderung und selbst mit Ueberwindung des auf ihr lastenden Druckes die Hohlform annimmt, wodurch die Zug- oder Saugkraft des thätigen Herzens bedingt wird.

2) Auf die Zugkraft des Herzens weiset ferner hin — die Art und Weise der Bewegung der Blutkörperchen in dem Sinus venar. comm. bei der Diastole des Vorhofs. Man beobachtet häufig, dass die Blutkörperchen in dem geräumigen Sin. ven. comm. während der Systole der Vorkammer im Allgemeinen sich ruhig verhalten, indem das durch die einmündenden Venen in denselben, wie in einen See abfliessende Blut nur in nächster Umgebung der Einmündungsstelle auf seinen Inhalt einwirkt und Störungen veranlasst. Mit dem Eintreten der Diastole der Vorkammer gewahrt man nun, dass gerade die unmittelbar vor und etwas zur Seite des Ostium venosum atrii gelegenen Blutkörperchen mit einer gewissen Rapidität in die sich bildende Höhle des Vorhofs hineinstürzen, während die Blutkörperchen in grösserer Entfernung an dieser Bewegung nicht participiren, öfters kaum ihren Ort verändern. Die Erscheinung nimmt sich gerade so aus, als ob man mit einer Spritze eine kleinere Quantität Flüssigkeit aus einem grösseren Behälter aufsaugt, nicht aber so, wie wenn

der unter einem bestimmten Druck stehende Gesammtinhalt des Sinus ven. comm. gegen einen locus minoris resistentiae der Wandung gedrängt würde.

3) Ebenso ist die so häufig sichtbare, genau mit der Diastole der Vorkammer zusammenfallende Beschleunigung des continuirlichen Venenstroms und deren Zunahme von der Peripherie nach dem Herzen hin nur aus der Aspiration des Vorhofs während der Diastole zu erklären. Nach der Ansicht, dass der Druck des Blutes in den Venen die in der Systole zusammengezogene Wandung des Vorhofs erweitere, müsste wegen des Kraftverbrauches gerade eine Verlangsamung des continuirlichen Venenstromes eintreten und diese Retardation in der Nähe des Herzens am auffälligsten sich zu erkennen geben. Gegen diese Behauptung lässt sich dem ersten Anscheine nach die Bemerkung erheben, dass durch die Abführung einer Portion Blutes aus den Venen, durch welche Kraft sie auch vermittelt sein möge, unter allen Umständen eine Verminderung des Blutquantums in den Venen bedingt sei, und dass dadurch die Druckdifferenz im Gesammt-Gefässsystem erhöht und die Beschleunigung herbeigeführt werde. Wenn jedoch die Beschleunigung des Venenstromes als Wirkung eines Ausgleichungsbestrebens der im Gesammtgefässsystem erhöhten Druckdifferenz angesehen werden soll, so müsste dieselbe sich ganz besonders unmittelbar nach erfolgtem Abzuge einer Portion Venenblutes geltend machen und nicht, wie es wirklich stattfindet, gleichzeitig mit der Diastole. Und weiter lehrt die Beobachtung, dass bei gleichbleibender Frequenz der Herzschläge und unter sonst gleichen Umständen die Schnelligkeit des continuirlichen Venenstroms nach der Diastole, also während der Systole der Vorkammer unverändert sich erhält, insbesondere nicht vermehrt ist. Daraus folgt, dass die Abführung des geringen Quantum's Venenblutes durch den Vorhof unter den vorhandenen Umständen überhaupt keine unmittelbare Wirkung auf diejenige Kraft ausübt, durch welche der continuirliche Venenstrom zu Stande kommt, d. h. also in keinem unmittelbaren Zusammenhange mit der Druckdifferenz im Gesammtgefässsystem steht. Und so wird man auch auf diesem Wege zur Annahme einer neuen Kraft geführt, welche die mit der Diastole des Vorhofs gegebene Beschleunigung des continuirlichen Venenstroms bedingt, nämlich auf die Saugkraft des Herzens. Die Ursache, warum die gleichzeitig durch die Saugkraft des Vorhofes erzeugte Verminderung des Blutdruckes in den Venen zunächst dem Herzen auf den Blutstrom sich nicht unmittelbar geltend macht, liegt darin, weil der unter der bestehenden Druckdifferenz entwickelte continuirliche Strom ebenso und zwar schneller, als die Ausgleichung möglich ist, die Verluste im Venenblute deckt, wie er in den Arterien den durch die Systole erzeugten Ueberfluss abführt. Aus der Beschreibung der Erscheinungen des Kreislaufes bei den Fischembryonen geht hervor, dass die Beschleunigung des continuirlichen Venenstroms besonders um die Zeit auffallender hervortritt, wann der Sinus venar. comm. an Umfang abgenommen, und die Einmündungsstellen der Sinus Cuvieri dem Ostium venos. atrii näher gerückt sind.

4) Zu den Beispielen, in welchen sich die Zugwirkung der Diastole des Vorhofes ausserordentlich deutlich ausspricht, gehören folgende. Bei geringer Frequenz sonst kräftiger Herzschläge kann, wie angeführt wurde, jeder continuirliche Venenstrom fehlen, und die Blutsäule der Venen wird dann nur und zwar mit jeder Diastole der Vorkammer angezogen und fortbewegt. Dahin gehört

ferner der p. 57. von einem Hechtembryo beschriebene Kreislauf. Hier hatte sich im Querdurchmesser des erweiterten Theiles der Vena abdominalis anterior ein Wall stagnirenden Blutes gebildet, durch den ein vorderer mit dem Herzen in Verbindung stehender Abschnitt und ein hinterer mit den Arterien im Zusammenhange gebliebener geschieden wurde. In dem vorderen Abschnitte, der auf die bezeichnete Weise ausser Communication mit der, in der Aorta vorwärtsgeschobenen Blutmasse sich befand, bewegten sich die Blutkörperchen nur bei der Erweiterung des Vorhofes. Von Interesse ist auch die von anderen Beobachtern schon hervorgehobene Bewegung der Blutsäule bei vollkommenem Stillstande des Kreislaufes, Anfüllung beider Herzhöhlen mit Blut und von Neuem beginnender Herzthätigkeit. Die sich zusammenziehende Vorkammer presst ihren Inhalt durch das weit offen stehende Ostium venosum zurück in den Venen und bewegt die Blutsäule daselbst bis nahe zu den Schlingen, durch welche Venen und Arterien in Verbindung stehen. Bei der unmittelbar auf die Systole folgenden Diastole der Vorkammer sieht man diese so eben rückwärts geschobene Blutsäule sofort und zwar mit einer gewissen Rapidität wieder zum Herzen hin bewegt werden. Dieselben Erscheinungen werden auch an der Aorta mit Rücksicht auf die Systole und Diastole der Kammer beobachtet.

5) Aeusserst lehrreich für die Wirkungen der Zugkraft sind die Bewegungserscheinungen des Blutes in dem Herzen selbst bei Lähmung der Ostia, bei noch vorhandener oder fehlender Alternation in der Systole und Diastole beider Herzhöhlen, bei schon aufgehobenem oder auch noch bestehendem Kreislauf in den Gefässen. (Vergl. p. 55.). Ich wähle ein einfaches aber schlagendes Beispiel, das häufig auftritt. Das Ostium atrioventriculare ist gelähmt, steht offen und gestattet, da alle Klappen bei Fischembryonen fehlen, freie Communication zwischen beiden Herzhöhlen; der Kreislauf des Blutes ist wenig alterirt, da die Herzpulsationen noch kräftig von Statten gehen; die Alternation in den Herzbewegungen ist in so weit gestört, als Systole und Diastole beider Herzhöhlen theilweise zusammenfallen. Hier beobachtet man nun, dass bei der Diastole der Vorkammer, die eintritt, wenn die Kammer ihre Diastole noch nicht vollkommen beendet hat und also noch nicht im Acte der Zusammenziehung begriffen ist, das Blut vorzugsweise, ja oft ausschliesslich aus dem Sinus venar. com., und nicht aus der Kammer in die Höhle der Vorkammer einströmt. Dass durch das offene Ostium atrio-ventriculare (welches nach der Zusammengehörigkeit mit der Kammer besser ventriculare zu nennen wäre) oft gar kein Blut aus der Kammer in die sich erweiternde Vorkammer übertritt, darf bei der Annahme einer Zugkraft des Herzens kein Befremden erregen, da die Erweiterung des Vorhofes, wie früher angegeben wurde, vom Ostium venosum beginnt. Wenn man aber die Zugkraft leugnet und dann also genöthigt wird, die zusammengezogene Vorkammer durch den Druck der in der Umgebung derselben befindlichen und mit ihr in Communication stehenden Blutmassen sich eröffnen zu lassen, so widersprechen die Erscheinungen den hydrostatischen Gesetzen vollkommen. Der Blutdruck in der Kammer muss nämlich nothwendig höher sein, als der Blutdruck in dem Sinus venar. comm., da die Kammer mit der Aorta im offenen Verkehr steht und hier der Blutdruck höher ist, als in den Venen. Ist es also der Blutdruck, der die Höhle der Vorkammer öffnet, so müsste die Eröffnung von der Kammer her erfolgen, da keine Klappen es hindern, und nicht von dem Sinus venar. comm. aus; es fliesst aber das Blut vorzugsweise, ja oft ausschliesslich von dem Sinus venar. comm.

aus in die Vorkammer, was nur durch die Zugkraft bei der Diastole von dem Ostium venos. her möglich ist.

Die oben besprochenen Erscheinungen des sichtbaren Kreislaufes bei Fischembryonen machen die Annahme der mit der Erweiterung der Herzhöhlen sich einstellenden Zug- oder Saugkraft unvermeidlich. Die Beispiele liessen sich noch zahlreich vermehren. Es ist aber meine Absicht gewesen, besonders solche Fälle genauer zu analysiren, bei welcher jede Möglichkeit, dass die Erweiterung der Herzhöhlen durch den vorhandenen Druck in der Flüssigkeit, die mit denselben in Verbindung steht, herbeigeführt worden sei, ausgeschlossen und so die Entwickelung einer neuen Kraft durch Betheiligung der sich erweiternden Herzwandung selbst nothwendig erfordert wird. Es liegt auf der Hand, dass, wenn die Wirkungen einer solchen neuen, durch Betheiligung der Herzwandungen selbst entwickelten (Druck-)Kraft auch nur an einem einzigen Beispiele festgestellt wäre, diese Wirkungen in allen Fällen, auch selbst dann, wenn unter Umständen auch noch andere Kräfte bei Anfüllung der Herzhöhlen sich betheiligen, nicht ausgeschlossen werden dürfen. Also auch bei Füllung der Kammer durch die Systole der Vorkammer muss die während der Diastole der Kammerwandungen selbst entwickelte Zugkraft in Rechnung gebracht werden.

Es schliesst sich hieran die *Erörterung der Frage, wie die Zugkraft des Herzens zu Stande kommt?*

Die Aspiration oder Saugkraft wird sich überall da geltend machen können, wo durch irgend welche locale Veränderung in der Wandung eines mit Flüssigkeit gefüllten Hohlkörpers Vergrösserung des Binnenraums eintritt. Die Vergrösserung des Raumes darf nicht durch den schon vorhandenen Druck der Flüssigkeiten auf die Wandung herbeigeführt sein; die nächste Ursache muss vielmehr in einer mit oder an der Wandung selbst vor sich gehenden Veränderung auftreten. Die gewöhnliche Ursache, unter deren Einwirkung die Füllung des sich neubildenden Hohlraums erfolgt, ist der überall gegenwärtige atmosphärische Druck. Da die hauptsächlichste Bedingung für das Auftreten der Saugkraft in der von dem vorhandenen Drucke des flüssigen Inhaltes eines Hohlkörpers unabhängigen, so zu sagen, activen Erweiterung der Wandung liegt, so können die Wirkungen derselben nicht aufgehoben werden, wenn ausser dem atmosphärischen Druck noch eine andere, bis dahin unwirksame und erst mit der Erweiterung sich geltend machende Kraft gleichzeitig zur Füllung des neu gebildeten Hohlraumes beitrüge; ja, die Wirkungen der Saugkraft müssten selbst in Rechnung gebracht werden, wenn unter dem Einfluss dieser Druckkraft die Wände sich stärker ausdehnen müssten, als es bei der activen Erweiterung und unter dem alleinigen Einfluss des Atmosphären-Drucks geschehen sein würde.

Es ist nun zunächst Thatsache, dass die Wandungen der Herzhöhlen in Folge der Veränderungen ihrer contractilen Substanz während der kräftigen Systole sich gegeneinander bis zur innigsten Berührung nähern, dass die Ostia sich schliessen, dass die Herzhöhle im gewissen Sinne zu einem soliden Strang verwandelt und so der Binnenraum des Gefässsystems in toto um einen bestimmten Röhrenabschnitt verkleinert wird. Es ist aber auch eine zweite nicht abzuweisende Thatsache, dass die Wandungen der Herzhöhlen, — denn was vom Vorhof gilt, muss auch von der Kam-

mer gelten, — während der Diastole sich wieder voneinander entfernen, die Orificia sich öffnen, dass der durch die Systole vernichtete Hohlkörper sich wiederherstellt und die Höhle des Gesammtgefässsystems um einen bestimmten Röhrenabschnitt wieder erweitert wird, ohne dass der Druck des Inhaltes, wie wir gesehen, dabei betheiligt ist. Das Herz nimmt die Hohlform an, im Tode oder nach dem Aufhören der Systole in der Ruhe, selbst wenn es ausgeschnitten (nicht durchschnitten) frei in der Luft oder in eine Flüssigkeit eingetaucht liegt, sobald kein zu starker Druck auf seinen Wandungen lastet. Die Rückkehr des Herzens in die Hohlform wird herbeigeführt durch die während der Diastole eintretenden Veränderungen in den Bestandtheilen seiner Wandungen selbst, Veränderungen, die auch während des Todes sich geltend machen. Die Ursachen dieser Veränderungen liegen: — theils in der Verlängerung und Verdünnung der contractilen Substanz; dann, um ein einfaches Beispiel zu wählen, wenn eine ringförmig gestaltete contractile Faser durch Verdickung und Verkürzung ihrer Substanz die Höhlung schliesst, so muss dieselbe durch Verlängerung und Verdünnung sich wiederherstellen, vorausgesetzt, dass von Aussen her keine Hindernisse entgegenstehen; — theils in den elastischen Kräften der mit elastischem Gewebe durchsetzten bindegewebigen Bestandtheile; — theils in den Structurverhältnissen aller die Wandung der Herzhöhlen constituirenden Gebilde, da das Herz in Hohlform entwickelt wird. Ob auch, wie Donders meint (Phys. p. 151), durch die Spannung der Kranzarterien (in Folge des vermehrten Blutdruckes bei Rückfluss des Blutes aus der Aorta während der Diastole) die Wandungen der Herzhöhlen ausgespannt werden können, dürfte noch in Frage gestellt werden. Jedenfalls findet diese Ursache bei Fischembryonen nicht Statt, da die Wandungen des Herzens um diese Zeit keine eigenen Blutgefässe besitzen. Die Hohlform ist also die natürliche, durch die Beschaffenheit der die Wandungen constituirenden Bestandtheile bedingte Form des Herzens in der Ruhe, und im Zustande der Diastole; sie wird während der Systole durch Veränderungen in der Substanz der Wandung selbst, durch Verkürzung etc. der contractilen Substanz vernichtet, sie stellt sich während der Diastole durch Veränderungen in der Substanz der Wandung selbst wieder her. Durch diesen Uebergang des systolischen Herzens in die Hohlform wird demnach der Binnenraum des Gesammtgefässsystems unter jener nothwendigen Bedingung erweitert, in deren Folge sich Aspiration oder Saugkraft entwickeln muss.

Es ist viel darüber gestritten worden, *ob die Erweiterung der Herzhöhlen activ oder passiv vor sich gehe;* einige Forscher haben dabei an die Muskelthätigkeit, andere daran gedacht, ob das Herz während der Diastole durch den Blutdruck passiv erweitert werde, oder ob es zufolge seiner Veränderungen in der Wandung selbst activ sich erweitere. Die letztere Controverse ist durch die vorangegangenen Erörterungen beseitigt. Was die Beziehungen zur Musculatur betrifft, so pflegen wir allerdings den Zustand der Muskelfasern activ zu nennen, in welchem dieselben in Folge eines Reizes mit oder ohne Vermittelung der Nerven contrahirt, dick und kurz werden oder sind, und man ist zu dieser Auffassung um so mehr berechtigt, als in den meisten Fällen die dicke und kurze Faser zu einer Arbeitsleistung im Organismus verwerthet ist. Bei dieser Arbeitsleistung wirkt aber die contrahirte Faser nicht, wie man es sich gewöhnlich vorstellt, dadurch, dass sie die an den Enden befindlichen Theile direct zieht, sondern zunächst dadurch, dass sie dicker und

kürzer wird, auf die bindegewebigen Scheiden presst, dieselben erweitert und verkürzt und also secundär auch die damit in Verbindung stehenden Bestandtheile heranzieht. In diesem Sinne existirt, soweit die Erfahrungen reichen, keine active Diastole, keine Erweiterung der Herzhöhlen, herbeigeführt durch Contraction der Muskeln. Gleichwohl kann der Uebergang der kurzen und dicken Muskelfaser in die lange und dünne Form nicht ohne Kraftentwickelung in der contractilen Substanz selbst gedacht werden, eine Kraft, die derjenigen entgegenwirkt, durch welche die Substanz kurz und dick wird und die beim Uebergange in die lange und dünne Form überwunden werden muss. Da nun überdiess die lange und dünne Form der Muskelfasern zugleich eine Bedingung der Hohlform des Herzens ist und derselben entspricht, so kann in einem gewissen Sinne von einer activen Betheiligung der relaxirten Muskelfasern beim Uebergange des Herzens in die Hohlform gesprochen werden.

Verwerthung der Druck- und Zugkraft des Herzens für die Bewegung des Blutes im Herzen und in den Gefässen.

Die Druck- und Zugkraft des Herzens äussert die nächsten und unmittelbarsten Wirkungen auf das *Herz* selbst; die Wirkungen bestehen in der Entleerung des Herzens vom Blut und in der Füllung desselben mit neuem Inhalt. Die Vorkammer wird bei der Diastole mittelst der Zugkraft aus dem Sinus venar. communis gefüllt; bei normaler Herzthätigkeit und regelmässigem Kreislauf scheint hierbei keine Druckkraft des Blutes im Sinus venar. comm. mitzuwirken. Bei Entleerung der Vorkammer sind beide Triebkräfte des Herzens betheiligt: die während der Systole entwickelte Druckkraft des Vorhofes und die gleichzeitig während der Diastole der Kammer wirksame Zugkraft dieser letzteren. Ist die Alternation in der Thätigkeit beider Herzhöhlen aufgehoben, so fällt die Wirksamkeit beider Triebkräfte zur Entleerung der Vorkammer theilweise zusammen, theilweise auseinander. Beide Triebkräfte, welche den Vorhof entleeren, füllen zugleich die Kammer während der Diastole, und die bei der Systole der Kammer wirksame Druckkraft presst den Inhalt in die Aorta.

Es kann hier die Frage aufgeworfen werden, ob durch das gesteigerte Kraftmaass, durch welches die Kammer gefüllt wird, die Wandung derselben stärker ausgedehnt werde, als bei alleiniger Anfüllung durch die Zugkraft. Wäre dieses der Fall, so müsste, wie dieses schon Donders hervorhebt, beim Auspressen des Inhaltes nicht allein die durch die contractile Substanz entwickelte Triebkraft, sondern auch der durch diese übermässige Spannung veranlasste elastische Druck in Rechnung gebracht werden. Die Entscheidung dieser Frage ist besonders deshalb schwierig, weil zu einer solchen übermässigen Anspannung der Kammerwandung auch eine Blutmasse gehört, deren Volumen grösser ist, als der Hohlraum, welcher der Kammer im Zustande einer gewöhnlichen Diastole zukommt. Darüber lässt sich indess zur Zeit nichts Genaues aussagen. Sind beide Herzhöhlen, wie wahrscheinlich, von gleicher Weite, so entspricht auch das Volumen des aus der Vorkammer entnommenen Inhaltes der Höhle der Kammer bei gewöhnlicher Diastole, da die Vorkammer sich unter dem Einfluss der Zugkraft gefüllt hat, und eine übermässige Anspannung der Kammerwandung während der Diastole würde hiernach unwahrscheinlich sein. Inzwischen kann der Kammer auch

noch von einer anderen Seite Blut während der Diastole zugeführt werden, nämlich durch das Ostium arteriosum. Bei den Fischembryonen zumal fehlen die Klappen im Bulbus aortae; das Blut der Aorta zunächst dem Herzen bewegt sich bei jeder Diastole der Kammer und des Bulbus aortae durch den letzteren bis zur Kammerhöhle der Blutmasse entgegen, die gleichzeitig aus der Vorkammer ausgeworfen wurde. Da der Rückfluss des Blutes aus der Aorta auch unter dem Einfluss des erhöhten Blutdruckes daselbst steht, so ist eine über das gewöhnliche Maass hinausgehende Erweiterung und Anspannung der Kammer unvermeidlich, und der Ueberschuss an Kraft, mit welcher die Füllung der Kammer durch die Systole der Vorkammer erfolgt, würde dazu verwendet, um derjenigen Kraft das Gleichgewicht zu halten, mit welcher das Blut der Aorta in die Kammer zurückgedrängt wird.

Einen ganz aussergewöhnlichen Fall von Erweiterung und Nachfüllung der Herzhöhlen habe ich früher beschrieben. Die Herzpulsationen hatten aufgehört, der Kreislauf stand still; beide Herzhöhlen hatten sich während der Diastole vom Sinus venar. comm. und von der Aorta gefüllt. Hier beobachtete man, dass ganz langsam das Blut aus der Aorta und aus den Venen zu den Herzhöhlen hin sich bewegte und dieselben nachträglich erweiterte und füllte. Diese nachträgliche Erweiterung und Füllung der Herzhöhlen kommt möglicher Weise durch Ausgleichung der Druckdifferenz im gesammten Gefässsystem, das Herz eingeschlossen, zu Stande, und das würde zugleich die Annahme enthalten, dass das Blut auch im ruhenden Zustande, wie schon Brunner nachweiset, unter einem, wenn auch geringem Drucke stehe.

Um die Verwerthung der Triebkräfte des Herzens für die Bewegung des Blutes in den *Gefässen* zu übersehen, scheint es mir zweckmässig von dem einfachsten Falle auszugehen, den man bei Fischembryonen nicht selten zu beobachten Gelegenheit hat.

Das Herz schlägt kräftig mit Alternation der Thätigkeit der Herzhöhlen, etwa 40—50 *Mal in der Minute.* Es giebt hier nur eine ruckweise Bewegung des Blutes im ganzen Gefässsystem. Die Blutsäule in der Aorta und in den Arterien wird mit jeder Systole der Kammer, und der dadurch in die Aorta getriebenen und gleich einem Stempel wirkenden Blutportion vorwärts bis in die Wurzeln der Venen gestossen, und gleichzeitig wird die Blutmasse in den Venen mit jeder Portion Blutes, die während der Diastole der Vorkammer aus dem Sinus venar. comm. heraustritt, ruckweise gegen das Herz hinbewegt. Die Druckkraft der Herzkammer wird durch den ausgepressten Inhalt unmittelbar zur Stosskraft für die Bewegung des Blutes in den Arterien und Endschlingen im Gefässsystem; die Zugkraft der Vorkammer wird unter Entfernung einer Quantität Blutes aus dem Sinus venar. comm. unmittelbar zur bewegenden Kraft für die Blutsäule in den Venen. Wegen der Vergrösserung des Gesammtlumens der Gefässe vom Herzen nach der Peripherie hin (Zunahme an Blutmasse und Reibungsfläche), desgleichen in Folge der Widerstände, welche die Verästelung des Gefässsystems entgegenstellt, nimmt die Wirkung des Stosses, wie der Zugkraft vom Herzen nach der Peripherie ab; die Blutkörperchen durchlaufen in der bezeichneten Richtung kürzere und kürzere Bahnstrecken, die Schnelligkeit der Bewegung nimmt ab; in den Venenwurzeln ist die Bewegung während einer jeden Pulsation am langsamsten, sowohl beim Stoss, wie beim Zuge. Nach der Wirkungssphäre beider

Triebkräfte im Bereiche des Gefässsystems zu urtheilen, muss das Kraftmaas des Stosses bedeutender sein, als das des Zuges, da der Stoss bis in die Venenwurzeln hinein sich erstreckt; doch ist es schwierig, das Ende der einen und, so zu sagen, den Anfang der anderen Bewegung genau zu bestimmen, da beide gleiche Richtung haben. Der beharrliche Zustand in dem Kreislauf wird dadurch hergestellt, dass ein gleiches Quantum Blutes in die Gefässe hineingepresst und zugleich auch abgezogen wird. Die Wirkungen der durch die beiden Triebkräfte secundär entwickelten Druckdifferenz sind an der Bewegung des Blutes nicht bemerkbar.

Nimmt die Frequenz der Herzpulsationen zu (etwa 60—70 Schläge in 1 M.), so gesellt sich zu der ruckweisen Bewegung der Blutmasse ein noch langsamer und wenig ausgebreiteter continuirlicher Strom; er zeigt sich in den Schlingen, die die Arterien und Venen bilden, und in den Venenwurzeln selbst; er beginnt da, wo die allmählich schwächer werdende systolische Bewegung des Blutes aufhört und endet in den Venen mit mehr oder weniger sicheren Grenzen an der Stelle, wo die diastolische Bewegung des Venenblutes sichtbar wird; er ist also zwischen beide primär bewegte Blutmassen des Gefässsystems eingeschoben. An diesem continuirlichen Venenstrom markirt sich die Wirkung der durch die ursprünglichen Triebkräfte in den Gefässen hergestellten Druckdifferenz im Blute des Gesammtgefässsystems. Diese Druckdifferenz ist aber nicht allein aus den Wirkungen der Druck und Stosskraft des Herzens abzuleiten; bei ihrer Entstehung ist auch wesentlich und nothwendig die Zugkraft des Herzens betheiligt; d. h. also, die den beharrlichen, continuirlichen Blutstrom bedingende Druckdifferenz im Blute des Gefässsystems ist das Product beider Triebkräfte des Herzens. Bei der Stossbewegung des Blutes wird die ursprüngliche Triebkraft des Herzens durch die Widerstände, welche die fortgestossene Blutsäule auf ihrer Bahn findet, theilweise verzehrt, in Spannkräfte der elastischen Wände umgesetzt und ein erhöhter Blutdruck in den Arterien erzeugt; zugleich mit der Zugbewegung wird ein Blutquantum aus den Venen abgeführt und dadurch die Bedingung zur Erniedrigung des Blutdruckes in den Venen und zur Abspannung ihrer Wände gesetzt. Da die Bedingungen zum Auftreten der Druckdifferenz in den Wirkungen der Stoss- und Zugkraft des Herzens liegen, so müssten sie sich auch in dem oben angeführten Beispiel eines einfachen Kreislaufes erfüllen, und doch fehlt der continuirliche Strom. Daraus muss gefolgert werden, dass die Druckdifferenz in solchem Falle zu gering ist, als dass sie mit ihrer Kraftentwickelung die bei dem continuirlichen Blutstrom auftretenden Hindernisse zu überwältigen im Stande wäre. Man beobachtet dagegen, dass der continuirliche Strom sich einstellt, wenn die Pulsationen des Herzens frequenter werden und dabei zugleich mit Stoss und Zug rapider wirken, und dass der continuirliche Strom, wie sich später zeigen wird, an Umfang und Schnelligkeit zunimmt, je mehr die Frequenz und die Rapidität der Herzthätigkeit bei sonst normalem Verhalten sich steigert. Durch die vermehrte Herzthätigkeit werden aber die Triebkräfte des Herzens und zugleich auch die davon abhängige Spannungsdifferenz im Blute des Gefässsystems gesteigert; der Blutdruck in den Arterien steigt höher, und der Druck in den Venen wird durch beschleunigtes Abzapfen auf dem niedrigen Stande erhalten.

Die Beobachtung lehrt ferner, dass der continuirliche Strom sich zwischen die nur systolisch und diastolisch bewegten Blutsäulen eingeschoben hatte; er war bemerkbar in den Schlingen, welche die Arterien und Venen verbinden, und die das Capillarsystem vertreten, desgleichen in den Venenwurzeln, also in den Gegenden des Blutgefässsystems, in welchem in dem zuerst besprochenen einfachsten Falle des Kreislaufes die Blutmasse noch durch die Stosskraft bewegt wurde; der continuirliche Strom hat sich demnach ganz besonders auf Kosten der durch den Stoss fortbewegten Blutmasse ausgebreitet. Daraus lassen sich zwei Folgerungen ziehen: 1) die erhöhte Spannung in den Wänden der Arterien und der erhöhte Blutdruck in denselben entwickelt sich auf Kosten der unmittelbaren Wirkung der Stosskraft, nämlich der Stossbewegung, offenbar deshalb, weil bei der rapideren Wirkung der Stosskraft die der Bewegung des Blutes entgegen stehenden Hindernisse im gesteigerten Maasse (wenigstens anfangs) wachsen; und 2) die relativ (in Rücksicht auf die zu überwältigenden Widerstände) grösste Druckdifferenz muss zwischen den Enden der Arterien und dem centralen Ende der Venenwurzeln (grössere Zweige und Stämme der Venen) liegen. Aus der letzteren Folgerung darf nicht geschlossen werden, dass in der Bahnstrecke der Arterien und der gröberen Venen-Verästelung keine Druckdifferenz vorhanden sei; man darf aber behaupten, dass, da auf den bezeichneten Bahnstrecken nur eine systolische und diastolische Blutbewegung Statt hat, die hier etwa vorhandene Druckdifferenz von zu geringem Kraftmaass sei, als dass sie einen continuirlichen Blutstrom veranlassen könnte. Der continuirliche Strom zeigt keine Veränderung in der Schnelligkeit und Ausbreitung bei den einzelnen Herzschlägen. Daraus folgt, dass die bei der einzelnen Pulsation (Systole und Diastole) eintretende Druckdifferenz im Blute des Gefässsystems ohne unmittelbare Einwirkung auf den continuirlichen Strom vorübergeht; und es fehlt unter den vorhandenen Umständen, wie schon früher hervorgehoben wurde, an Zeit zur Ausgleichung.

Aus der Analyse und dem *Vergleich der beiden besprochenen Fälle* des Kreislaufes bei Fischembryonen stellt sich heraus, dass in dem ersten Falle das Blut durch die unmittelbaren Wirkungen der Stoss- und Saugkraft ausschliesslich in Bewegung und Circulation gesetzt und hierbei zugleich mit jeder Systole der Kammer ein solches Quantum Blutes durch die Arterien, Endschlingen und Venenwurzeln durchgeschoben wird, als durch die Diastole der Vorkammer sich entfernt, um den beharrlichen Zustand zu erzeugen; dass dagegen im zweiten Falle durch Vermittelung beider primärer Triebkräfte des Herzens eine secundäre Kraft, die Druckdifferenz, sich entwickelt, die durch das Zustandebringen eines continuirlichen Stromes sich in den Leistungen für den Kreislauf mit den primären Kräften theilt. Durch die systolische Druck- und Stosskraft der Kammer wird das Blut in den Arterien um ein bestimmtes Quantum vermehrt und durch dasselbe unmittelbar eine Strecke weit vorwärts geschoben, durch die diastolische Saugkraft wird das Blut in den grösseren Venen um ein gleiches Quantum verringert und unmittelbar zum Herzen hinbewegt, durch die Druckdifferenz und ihren continuirlichen Strom fliesst das Blut in den Endschlingen des Gefässsystems und in den Venenwurzeln, entfernt zugleich den Ueberfluss des Blutes aus den Arterien, deckt die Verluste in den grösseren Venen und stellt dadurch vermittelnd den beharrlichen Zustand im Kreislauf her.

Steigert sich die Frequenz der Herzschläge auf 90,100,120 *und mehr Pulsationen in der Minute*, so zeigen sich bei sonst normaler Herzthätigkeit folgende Erscheinungen im Kreislauf der Gefässe.

In Arterien wird das Blut mit jeder Systole der Kammer also nur ruckweise fortgeschoben; bei sehr frequentem Herzschlage nimmt diese pulsatorische Bewegung den Schein eines continuirlichen Stromes für den Beobachter an (Vergl. Beobachtungen); in den Arterienenden, in den Endschlingen des Gefässsystems, in den Venenwurzeln, ja selbst in den Venenstämmen bis in die Nähe des Herzens bewegt sich das Blut continuirlich und zwar in den Arterienenden, zuweilen auch im arteriellen Schenkel der Endschlingen mit rhythmischer Beschleunigung bei jeder Kammersystole, in den Venenstämmen mit rhythmischer Beschleunigung bei jeder Diastole der Vorkammer; der continuirliche Strom zeigt überdiess eine Zunahme an Schnelligkeit seiner Bewegung von den Endschlingen zum Herzen hin; in dem unmittelbar in das Herz einmündenden Venenstamm endlich wird das Blut nur ruckweise mit jeder Diastole der Vorkammer in die letztere hineingezogen. Die hervorstechendste Erscheinung ist offenbar die, dass der mit der Frequenz der Pulsationen zugleich schneller werdende, continuirliche Strom zu einem kleineren Theile im Gebiete der Arterien, zum grössten Theile aber in den Venen an Ausbreitung gewonnen hat. Die Zunahme dieser Ausbreitung wird namentlich bei sehr frequentem Herzschlage bemerkbar und sie erfolgt, wie die Beobachtung lehrt, nicht auf Kosten der systolisch oder diastolisch bewegten Blutmassen, sondern durch ein theilweises Uebergreifen in diese Gebiete, so dass die primär durch die Triebkräfte herbeigeführte Bewegung des Blutes daselbst als Beschleunigung des continuirlichen Stroms hervortritt. Wir haben also im Blutkreislauf der Gefässe nicht einen beharrlichen und einen rhythmisch wechselnden Strom zu unterscheiden, sondern in den verschiedenen Bezirken des Gefässsystems: eine stossförmige Bewegung, eine Zugbewegung, einen continuirlichen Strom, und eine Bewegung des Blutes, an welcher Stoss oder Zug und die Druckdifferenz betheiligt sind.

Die Erklärung der Erscheinungen ergiebt sich, wie mir scheint, leicht und ungezwungen aus den vorausgeschickten Erläuterungen. Mit der Steigerung in der Frequenz der Herzschläge sind zugleich die Leistungen der primären, wie der secundär entwickelten Triebkräfte des Herzens gesteigert, und dieses führt schliesslich zur schnelleren Fortbewegung des Blutes durch die Gefässe. Es wird in einer bestimmten Zeit mehr Blut in die Arterien hineingestossen und fortbewegt als aus den Venen abgezogen und entfernt. Das durch jede einzelne Systole der Kammer ausgestossene und durch die Diastole der Vorkammer entfernte Blutquantum scheint mit der Zunahme in der Frequenz der Herzschläge nicht vergrössert zu werden; wenigstens war nicht zu bemerken, dass bei frequenteren Herzpulsationen die Herzhöhlen, namentlich auch die Vorkammer bei der Diastole an Volumen zugenommen hätten. Daher bin ich auch der Ansicht, dass die Füllung der Vorkammer nach wie vor ausschliesslich durch die Saugkraft vermittelt wird. In Folge ferner der gesteigerten Schnelligkeit und Frequenz der einzelnen Stossbewegungen des Blutes in Arterien wird die Spannung ihrer Wände und der Blutdruck daselbst erhöht, während gleichzeitig durch die schneller aufeinanderfolgende und, wie es mir schien, selbst schneller ablaufende Diastole der Vorkammer der Druck in dem Venen-

stamme zunächst dem Herzen stets unter dem Stande des atmosphärischen Druckes erhalten wird. Auf solche Weise wird bei gesteigerter Frequenz der Herzpulsationen durch die primären Triebkräfte des Herzens auch die durch sie entwickelte Druckdifferenz gesteigert, und dieses giebt sich durch die im Allgemeinen schnellere Bewegung und durch die grössere Ausbreitung des continuirlichen Stromes zu erkennen.

E. H. Weber hat ferner darauf hingewiesen, dass der mittlere Blutdruck im Gefässsystem durch frequentere Herzpulsationen nicht erhöht werde, da durch jede Systole der Kammer eben so viel Blut den Arterien zugeführt als durch die Diastole des Vorhofs abgeführt werde, das Blutvolumen also auf diesem Wege nicht vergrössert werden könne. Da nun der Blutdruck in Arterien bei gesteigerter Frequenz der Herzpulsationen unfehlbar erhöht werden muss, so ist in dem übrigen Theile des Gefässsystems, vor Allem in den Venen eine entsprechende Abnahme des Blutdruckes zu postuliren. Man muss also voraussetzen, dass die Zugkraft der Vorkammer bei gesteigerter Frequenz der Herzschläge nicht allein dadurch auf die Steigerung der Druckdifferenz hinwirke, dass sie den Druck des Blutes zunächst dem Herzen auf einen niedrigen Stand erhalten, sondern dass sie noch mehr leiste, nämlich den Blutdruck im Venensystem überhaupt in einem der Erhöhung desselben im Arteriensystem entsprechenden Maasse herabdrücke.

Der continuirliche Strom ist ein Product aus der Triebkraft, welche die Druckdifferenz entwickelt, und aus den Widerständen, welche die sich bewegende Masse auf der Bahn findet; im Verhalten oder in den Erscheinungen des continuirlichen Stromes müssen sich daher auch beide Momente aussprechen. Es wurde bereits hervorgehoben, dass die mit der vermehrten Frequenz der Herzpulsationen eintretende grössere Schnelligkeit des continuirlichen Stromes und die grössere Ausbreitung desselben besonders auf Rechnung der gesteigerten Blutdruckdifferenz im Gefässsystem zu bringen sei, und dieses darf um so mehr geschehen, als die Widerstände beim schnelleren Strömen gesteigert werden. Der continuirliche Strom zeigt ferner eine Zunahme der Schnelligkeit von der Peripherie zum Herzen hin, und in dieser Erscheinung drückt sich zunächst die Abnahme der Widerstände in Folge der Verringerung des Gesammtlumens der Gefässe auf dieser Bahn aus. Man beobachtet aber, dass die bezeichnete Beschleunigung der Stromschnelle in den Endschlingen der Gefässe bemerkbar wird, ohne dass daselbst eine Veränderung im Lumen gegeben ist. Hieraus würde zu folgern sein, dass auf die bezeichnete Beschleunigung auch der zweite Factor, die Druckdifferenz, influirt, und dass also der Blutdruck von den Arterienenden durch die terminalen Gefässschlingen zu den Venenstämmen hin bei gesteigerter Frequenz der Herzpulsationen schneller abnehme, als bei langsamem Herzschlage, was auch aus früher mitgetheilten Gründen vorausgesetzt werden musste. Auf ein solches Verhalten der Druckdifferenz würde auch aus der Art und Weise, wie sich der continuirliche Strom ausgebreitet hat, zu schliessen sein, da derselbe bei Steigerung in der Frequenz der Herzpulsationen besonders im Bereiche des Venensystems sich entwickelt; die grösste Druckdifferenz in Berücksichtigung der zu überwindenden Widerstände muss im vorliegenden Falle zwischen den Arterien-Enden und dem Venenstamme zunächst dem Herzen gesucht werden. Von der continuirlichen Beschleunigung des

beharrlichen Stromes muss die mit der Systole der Kammer und mit der Diastole der Vorkammer zusammenfallende rhythmische Beschleunigung desselben geschieden werden. In dieser rhythmischen Beschleunigung des beharrlichen Stromes giebt sich nicht die Triebkraft der Druckdifferenz, sondern die unmittelbare Wirkung der Stoss- und Zugkraft zu erkennen.

Anwendung der bei Fischembryonen gewonnenen Resultate auf den Kreislauf entwickelter, höherer Wirbelthiere und des Menschen. — Pulsus dicrotus in zwei Fällen.

Nach den obigen Erläuterungen sind, wie mir scheint, die einzelnen, nicht näher berührten Erscheinungen des Kreislaufes unter abnormen Verhältnissen, bei unregelmässigem Rhythmus und Modus in der Herzthätigkeit, bei Abschwächung und Lähmung desselben, sowohl der einzelnen Ostia als der Wandungen, bei eintretendem Stillstande des Kreislaufes, so wie beim Wiederbeginn desselben etc. ohne Schwierigkeiten zu deuten. Im praktischen Interesse mag es erlaubt sein, hier noch hervorzuheben, dass die Untersuchungen des Kreislaufes bei Fischen das Zustandekommen des *Pulsus dicrotus in zwei Fällen* übersehen lassen. 1) Es wurde beobachtet, dass die Kammer bei Schwäche der Embryonen in zwei Absätzen ihre Zusammenziehung volleudet, und dass sie auf diese Weise zwei schnell aufeinanderfolgende Stösse der Blutsäule in den Arterien ertheilt, welche zusammen nur einer einzigen Systole der Kammer entsprechen. 2) Ist die Alternation der Systole und Diastole beider Herzhöhlen theilweise aufgehoben, und schliessen das Ostium atrioventriculare und Ostium arteriosum nicht mehr, so folgt die Systole beider Herzhöhlen sehr schnell aufeinander und durch jede Zusammenziehung wird die Blutsäule in der Aorta fortgeschoben, da auch der ausgepresste Inhalt der Vorkammer auf den der Kammer drückt und durch diesen das Blut in der Aorta in Bewegung setzt. In beiden Fällen ist der erste Stoss schwächer und wie ein Vorschlag zum zweiten anzusehen.

Zum Schluss mag die Frage kurz erörtert werden, in wie weit die bei Fischembryonen gewonnenen Resultate ihre *Anwendung auf den Kreislauf entwickelter und höherer Wirbelthiere* finden.

Nach einer heut zu Tage wenigstens allgemein verbreiteten Annahme wäre ein auffallender Unterschied in dem Rhythmus der Bewegungen der Vorhöfe und Kammern gegeben. Bei Fischembryonen ist vollkommene Alternation in der Systole und Diastole beider Herzhöhlen die Norm, das Aufhören der Alternation ist ein Zeichen der Schwäche, ist ein abnormer Zustand der Herzthätigkeit. Bei den entwickelten höheren Wirbelthieren wird das theilweise Zusammenfallen der Systole und Diastole der Vorkammer und Kammer als Norm angesehen. Obgleich diese Ansicht nach meinem Dafürhalten noch keineswegs so sicher begründet ist, dass nicht in Berücksichtigung der Schwierigkeiten bei der Beobachtung (Vergl. oben) gerechtfertigte Bedenken erhoben werden könnten, so lassen sich doch Unterschiede namhaft machen, die auf eine verschiedene Bedeutung der Vorkammer bei Fischembryonen und den höheren, entwickelten Wirbelthieren hinweisen. Aus der Entwickelungsgeschichte geht nämlich hervor, dass die Vorkammer der Embryonen in den verkümmerten Auriculae der entwickelten Thiere enthalten ist, und dass das ganze Atrium der letz-

teren aus einer Vereinigung der Vorkammer der Embryonen mit dem Sinus venarum communis hervorgegangen ist. Vielleicht involvirt dieser Umstand ein Aufhören der Alternation in den Bewegungen der Kammer und Vorkammer höherer Wirbelthiere, und des Menschen. In Voraussetzung, dass die Vorkammern hierbei sich ebenso kraftvoll erweitern und bis zur Berührung ihrer Wandung zusammenziehen, wie die Kammern, so würde sich der hauptsächlichste Unterschied im Blutkreislauf der Gefässe darin zu erkennen geben, dass die systolischen und diastolischen Bewegungen des Blutes nicht mehr, wie bei vollständiger Alternation, gleichzeitig seien, sondern je nach den Umständen mehr oder weniger zusammen- und auseinanderfallen.

Beim Vergleich des Herzens der Fischembryonen mit dem der höheren Wirbelthiere und des Menschen tritt noch ein anderer Unterschied sehr auffallend hervor; die contractilen Wandungen der Kammer und Vorkammer bei Fischembryonen sind von gleicher Dicke; die Musculatur der Vorkammern bei höheren Wirbelthieren und beim Menschen sind gegenüber derjenigen der Kammer von sehr geringer Bedeutung. Es wäre unter diesen Umständen leicht möglich, dass bei letzteren die Ostia der Venen während der Systole der Vorkammer nicht vollständig geschlossen würden, und dass auch die Wandung der Vorkammer überhaupt nicht bis zur innigen Berührung sich zusammenzöge. In diesem Falle würden die Vorkammern, mögen sie in ihren schwachen Bewegungen mit den Kammern alterniren, oder nicht, aufhören, sich in der Weise, wie bei Fischembryonen, unmittelbar an der Blutbewegung zu betheiligen. Die Füllung der Kammern wird hauptsächlich durch die Aspiration der letzteren besorgt; die Saugkraft der Vorkammer wird, wenn überhaupt vorhanden, von zu geringer Bedeutung für die unmittelbare Bewegung des Blutes in den Venen sein. Die Hauptarbeit für die Bewegung des Blutes geht in solchem Falle von den Kammern allein aus. Dieselben werden nicht allein durch den ausgepressten Inhalt auf die Fortbewegung des Blutes in den Arterien wirken, sie werden auch bei der Dilatation mit ihrer Aspirationskraft durch die Vorkammer hindurch die Blutsäule in den Venen in Bewegung setzen; von den Kammern allein oder auch vorzugsweise werden also die beiden primären Triebkräfte, die Stoss- und Zugkraft, und auch die secundäre Druckdifferenz für den Kreislauf entwickelt, und dem entsprechend müssen die systolischen und diastolischen Bewegungen im Blute der Gefässe vollkommen alterniren. Zu den Leistungen der Vorkammern würde zu rechnen sein: während der Systole, die Unterstützung der Kammern bei der Füllung und vorzüglich auch die Stellung der Valvulae atrioventriculares, da, wie JOSEPH (De anatomia cordis inprimis ratione habita quatuor ejus annulorum. Diss. inangural. Vratislaviae; 1857. Cum tabb. II.) gezeigt hat, die Muskelfasern des Vorhofs sich wirklich in die Wurzel dieser Klappen fortsetzen und bei Contraction die letzteren von der Wandung der Kammer abziehen müssen; während der Diastole, die Abführung von Blut aus den Venen, worin sie die Leistung des Sinus venarum communis übernehmen. Es ist wohl nicht zu verkennen, dass die so eben entwickelte Ansicht von der Bedeutung des Herzens der höheren Wirbelthiere und des Menschen für den Kreislauf durch gewichtige Gründe getragen wird.

Wie aber auch die Herzthätigkeit bei höheren Wirbelthieren und dem Menschen sich factisch verhalten mag, in keinem Falle können andere primäre und secundäre Trieb-

kräfte für die Bewegung des Blutes in den Gefässen wirksam werden, als diejenigen, welche sich so klar und übersichtlich bei Fischembryonen herausgestellt haben. Man muss daher voraussetzen, dass das Blut in die Stammverästelung der Arterien mit jeder Systole der Kammern nur ruckweise vorwärts geschoben werde, und dieses um so mehr, als der Blutdruck hier nur in sehr geringem Grade abnimmt, die Druckdifferenz also unbedeutend, die Widerstände dagegen sehr bedeutend sind; dass ferner das Blut in den Venenstämmen zunächst dem Herzen höchst wahrscheinlich mit jeder Diastole der Kammern nur ruckweise angezogen werde; dass endlich das Blut in den Arterienenden, in den Capillaren, in dem grössten Bereiche der Venen in Folge der secundär entwickelten Druckdifferenz continuirlich fliesse und zwar in den Arterienenden mit systolischer, in den Venenstämmen mit diastolischer, rhythmischer Beschleunigung. Diese Voraussetzung gilt für eine bestimmte Frequenz der Herzpulsationen. Nimmt die Frequenz ab, so treten Abänderungen in der Bewegung des Blutes ein, die aus den früheren Mittheilungen zu entnehmen sind.

Erklärung der Abbildungen. (Taf. I.)

Die Figuren 1, 2, 3 stellen Embryonen des Döbels aus verschiedenen Entwickelungszuständen nach dem Ausschlüpfen derselben aus der Eihülle dar. Linke Seitenansicht.

Die Figur 4 ist von einem Hechtembryo bald nach dem Ausschlüpfen aus der Eihülle entnommen. Linke Seitenansicht. Auch die Ausbreitung der Vena abdominalis ant. s. inf. der rechten Seite ist angedeutet.

Fig. 5. Bauchfläche des Kopfes und des zunächst angrenzenden Rumpfes von einem Embryo des Döbels, dessen Kiemenstrahlen bereits in der Entwickelung begriffen sind. Das Lumen des Kiemenarterienstammes ist durch eine dunklere Stelle markirt.

Fig. 6. Seitenansicht des Herzens von einem etwas älteren Döbelembryo, bei welchem die einzelnen Abtheilungen des Herzens ausnahmsweise einfach hintereinander liegend übersichtlich beobachtet werden konnten.

Allgemeingültige Bezeichnungen.

a. Vorkammer.
b. Kammer.
c. Bulbus arteriosus.
d. Herzbeutel.
e. Aorta.
f. Der hintere Ast des Bulbus arteriosus, der Kiemenarterienstamm.
f.′ Lumen dieses Astes in Fig. 5.

g. Aortenbogen, Kiemenarterien.
h. Arteria vertebralis.
h.' Ramus anterior art. vertebr.
h.'' Ramus posterior art. vertebr.
i. Der vordere Ast des Bulbus arteriosus. — Carotis communis.
k. Carotis cerebralis.
l. Arteria ophthalmica.
m. Carotis facialis.
n. Schlingenförmiger Uebergang der Aorta in die Vena caudalis inferior.
n.' Schleifenförmiger Uebergang der Aorta in die Vena caudalis inf.
o. Arteriae intervertebrales.
p. Sinus venarum communis.
q. Sinus transversi s. Cuvieri.
r. Vena jugularis s. vertebralis anterior.
r.' Ramus anterior v. jugularis.
r.'' Ram. posterior v. jugularis.
s. Vena vertebralis posterior s. cardinalis (Rathke).
t. Vena caudalis inferior (von Bär).
u. Die in die Vena abdominalis ant. übergehenden Aeste der Vena caudalis inf.
v. Vena abdominalis anterior s. inferior. (Couche hématogène Vogt).
v.' Einmündungsstelle der Vena abdominalis inf. in den Sinus venosus communis.
w. Eine Vene, die bei Hechtembryonen das Blut aus den vorderen Intervertebralvenen in die Vena caud. inf. abführt; beide Ströme treffen unter einem spitzen Winkel aufeinander.
x. Venae intervertebrales.
y. Vena portarum?
z. Nahrungsdotter.
1. Nasengrübchen.
2. Ohrlabyrinthbläschen.
3. Gehirn.
4. Das Wirbelsystem.
5. Chorda dorsualis.
6. Brustflosse.
7. Embryonale Schwanzflosse.
8. Gallenblase.
9. Aeussere Oeffnung für den Ausführungsgang der Müller-Wolff'schen Körper und den Darm.
10. Ausführungsgang der Müller-Wolff'schen Körper (Urnieren).
11. Darm.
12. Sternförmiges Pigment.
13. Fettkügelchen.
14. Auge.

Beiträge

zur pathologischen Anatomie des Cystosarcoma mammae mit besonderer Berücksichtigung der Beziehungen desselben zum normalen Bau der Brustdrüse

von

Dr. K. Harpeck,
Assistenz-Arzt am Allerheiligen-Hospitale zu Breslau.

(Mit Tafel II.)

Bekanntlich hat Johannes Mueller, als der Erste, diejenigen Neoplasmen, welche sich durch, in ihrem Stroma eingelagerte, Höhlen characterisiren, von deren Wandung aus papillare oder leistenförmige solide Wucherungen entspringen, mit dem Namen *Cystosarcoma phyllodes* belegt, um mit diesem Namen zugleich ihre morphologische Bedeutung festzustellen. Es entging ihm nicht, dass ausser Testikeln und Ovarien die weibliche Brustdrüse besonders der Sitz von Tumoren dieser Art sei; die nachfolgenden Untersuchungen haben ihr Vorkommen so vorwiegend, wenn nicht ausschliesslich, in diesem Organe nachgewiesen, dass man sie nach dem Orte ihres Vorkommens als *Cystosarcoma mammae* näher bezeichnen zu müssen glaubte und dadurch zugleich aus der Reihe der andern Neoplasmen heraushob.

Dieses constante Vorkommen einer Neubildung von bestimmt characterisirten morphologischen Verhältnissen an einem bestimmten Orte deutete auf ein ursächliches Verhältniss zwischen beiden und führte die pathologischen Anatomen darauf, die anatomischen Verhältnisse des Cystosarcoms in Rücksicht auf die der normalen Brustdrüse zu untersuchen und von den normalen Verhältnissen aus die pathologischen zu erklären. Während man bei allen andern Neubildungen sich immer nur mit der Erforschung der histologischen Formelemente befasste und nach diesen allein den Character der Neubildung bestimmte, trennte man hier von der histologischen Frage die nach den Structur-Verhältnissen und suchte sie von denen des normalen Organes aus aufzufassen.

Man schlug also bei dem *Cystosarcoma mammae* einen Gang der Untersuchung ein, welchen Reichert*) neuerdings mit Klarheit und Schärfe als den für die Untersuchung der Neoplasmen überhaupt allein wissenschaftlichen und nothwendigen in seiner ganzen allgemeinen Geltung aufgestellt hat.

---

*) Reichert: Jahresbericht in Muellers Archiv 1854.

Die folgenden Untersuchungen betreffen zwei als Cystosarcoma leicht zu erkennende Geschwülste der weiblichen Brustdrüse; beide sind von Herrn Professor MIDDELDORPF operirt und mir gütigst zur Untersuchung überlassen worden, die ich im physiologischen Institute der Universität unter der Leitung des Herrn Staatsraths Professor REICHERT vorgenommen habe. Der Beschreibung der pathologischen Neubildung wird Einiges über die morphologischen Verhältnisse der normalen Drüse vorausgeschickt, um dann aus dem Vergleich beider zu finden, welche Theile der normalen Drüse und in welcher Weise in dem Cystosarcom verändert erscheinen.

Ueber die morphologischen Verhältnisse der normalen Drüse.

Man unterscheidet bekanntlich an der weiblichen Brustdrüse die Warze, *Papilla mammae*, und die eigentliche Drüsensubstanz; beide Theile gehören zu dem *Integumentum commune*, welches sich von der benachbarten Thorax-Gegend nach der Warze hin zunächst in den Warzenhof, Areola, fortsetzt, der als ein mehr oder weniger dunkelgefärbter Ring die Papilla umgiebt.

Warzenhof, Warze und Drüse stellen ein in einzelnen Schichten verändertes *Integumentum commune* dar, an welchem man, wie überall, die Epidermis und das Substrat oder Corium und in diesem wieder ein *Stratum papillare, reticulare* und die *Tela cellulosa subcutanea* unterscheidet.

Von diesen einzelnen Schichten zeigt sich die Epidermis zunächst in der Weise verändert, dass die tiefern Zellen des *Rete Malpighii* in der Areola und Papilla dunkler pigmentirt erscheinen, und zwar um so mehr, je mehr man sich dieser nähert.

Das Corium zeichnet sich durch das häufige Vorkommen grosser Schweiss- und Talgdrüsen, welche theils in die Haarbälge, theils in die Oberfläche münden, vor anderen Stellen der Körperoberfläche aus; von seinen besonderen Schichten bietet das *Stratum papillare* in Beziehung auf Zahl, Form oder Bau der einzelnen Papillen nichts Abweichendes dar.

Das *Stratum reticulare* ist in der Areola in Bezug auf seine Dicke dem der benachbarten Theile gleich; in seinem Stroma, welches aus an elastischen Fasern reichem Bindegewebe besteht, sind ausser Gefässen, Nerven, den in der Haut vorkommenden Drüsen noch glatte Muskelfasern eingebettet. Diese glatten Muskelfasern liegen in Bündeln von verschiedener Stärke zusammen und verlaufen theils kreisförmig um die Warze, theils in horizontaler Richtung parallel der Körperaxe in sie hinein, wie man das an den quer und schräg getroffenen Bündeln bei mikroskopischer Betrachtung leicht erkennt.

In der Papilla selbst wird das *Stratum reticulare* (Fig. 1. c.) bedeutend mächtiger und bedingt dadurch allein ihre Erhebung über die umgehende Hautfläche. Es besteht auch hier aus einem an elastischen Fasernetzen überaus reichen Bindegewebsstroma, in welchem eingebettet liegen die *Ductus excretorii* der Milchcanäle (Fig. 1. d.), welche meist parallel der Längsachse, mitunter etwas schief verlaufen und Bündel glatter Muskelfasern, von denen die einen in ihrem Zuge den Canälen folgen, andere um sie herum und zwischen ihnen hindurch in circulärer Richtung ziehen.

Die *Tela cellulosa subcutanea* ist in der Areola wegen Mangels an Fett sehr wenig ausgebildet, dagegen bildet sie die mächtige Schicht, in welcher die eigentliche Drüsen-Substanz, von vielem Fett umgeben, eingebettet liegt.

Nach dieser vorausgeschickten gröberen Beschreibung gehen wir zunächst auf die Structur-Verhältnisse der Papilla etwas näher ein.

In einem an elastischen Fasernetzen reichen Bindegewebsstroma sind zwischen den Milchcanälen die glatten Muskeln gelagert; ihre Anwesenheit, von Koelliker, Henle u. A. erkannt, wird von Meckel*) hier und in der Areola geleugnet.

Von Eylandt**) wurden sie als der *Tunica media* der Arterien zugehörend beschrieben. Wenn auch die Gefässe sehr starke Muskelfasern besitzen, so kann doch kein Zweifel sein, dass auch unabhängig von ihnen selbstständig Muskeln vorkommen. Es scheint, als habe Eylandt nur Drüsen von Frauen ausser der Lactation untersucht, wo man die Canäle selbst oft schwer erkennt.

An feinen Querschnitten der Warze markiren sich die *Ductus excretorii* schon dem blossen Auge als runde Oeffnungen, oder in Längschnitten als spaltähnliche Lücken; in ihrer Umgebung sieht man bei mikroskopischer Betrachtung an Querschnitten parallel gestreifte Züge, die sich bei Behandlung mit *Acid. nitr.* 20% als Bündel glatter Muskelfasern zu erkennen geben, die parallel ihrem Verlauf getroffen sind; desgleichen sieht man in querer Richtung getroffene Muskelbündel und man erkennt leicht, dass diese Bündel glatter Muskelfasern theils parallel den *Ductus excretorii* verlaufen, theils um sie und zwischen ihnen durchziehen (Fig. 1. g. g_1.).

Die *Ductûs excretorii*, deren Anzahl zwischen 16 und 20 variirt, sind an der Basis der Warze 1—1½ Mm. weit, schwellen noch im untern Theil zu 4—5 Mm. weiten Ampullen, *Sinus lactiferi*, an, welche sich dann wieder verengen und so an der Oberfläche münden.

Was die Structur der *Ductus excretorii* (Fig. 1. 2. d.) anlangt, so unterscheidet man an ihnen Epithel und Substrat; beide gehen nach dem Centrum zu in die Bestandtheile des Drüsenhöhlensystems und peripherisch in die äussere Haut über. An dieser Uebergangstelle sieht man die Cutispapillen aufhören, im weitern Verlauf dagegen treten da, wo der Ausführungsgang zum *Sinus lactiferus* anschwillt, bei einer 20fachen Vergrösserung deutlich bemerkliche Längsleisten auf, welche sich in die grösseren Milchcanäle fortsetzen und an Querschnitten sich durch den zierlichen, wellenartigen Verlauf der inneren Grenzlinie, bedingt durch abwechselnd scheinbar papillenförmige Erhebung und Senkung des Substrates, markiren. An Längsschnitten ist die innere Begrenzung gradlinig und darum die papillenartige Hebung und Senkung auf die quergetroffenen Längsleisten zu beziehen. Man sieht an diesen quergetroffenen Längsleisten deutlich, wie sie aus grösseren primären und auf ihnen sitzenden kleinen secundären bestehen.

Das Epithel des Ausführungsganges, welches sich an Längs- und Querschnitten als ein gelblich tingirtes Stratum von $^1/_{100}$—$^1/_{80}$''' Dicke markirt (Fig. 1, 2. e.), erweist sich als ein geschich-

*) Meckel: Pathologische Anatomie der Brustdrüse. Illustrirte Med. Zeitung 1852. Bd. I, Heft 3.

**) Eylandt: *Observat. microscop. de musculis organ. in hominis cute obviis. Dissert. inaug. Dorpati Livon.* 1850.

tetes Pflasterepithelium von dem mikroskopischen Habitus der tieferen Schichten der Epidermis. An Schnitten, die in der Spitze geführt werden, sieht man stets kreisrunde oder polygonale, plattgedrückte, kernlose Zellen das Lumen des Canals theils ganz erfüllen, theils an der Wandung hie und da anliegen; sie gleichen in Aussehen und Verhalten gegen Kali vollkommen den Hornzellen der Epidermis. Hieraus geht hervor, dass das *Stratum epitheliale* Anfangs ganz den Character der Epidermis der Cutis hat, die sich ja auch an der Ausmündungsstelle in die Canäle fortsetzt, dass es aber in der Tiefe, wie an anderen Stellen, wo die Epidermis in innere Höhlen eindringt, den allgemeinen Habitus ihrer tieferen Schichten annimmt.

In Bezug auf das Substrat der Canäle gehen nun die Ansichten der Anatomen darin auseinander, dass die einen in ihm glatte Muskelfasern annehmen, wie Meckel (l. c.), Luschka*) und Henle**), andere, wie Koelliker***), sich von ihrer Anwesenheit nicht überzeugen konnten.

Nicht selten sieht man an Querschnitten, besonders von den oberen Theilen der Warze, dicht an dem Epithel, Faserzüge verlaufen, welche in ihrem Verhalten gegen *Ac. nitr.* 20% sich als parallel ihrem Verlauf getroffene glatte Muskelfasern zu erkennen geben; eben so trifft man weiter nach Aussen zuweilen quergetroffene Muskelbündel dicht am Lumen der Canäle. Zwischen dem Epithel und diesen Muskelfasern markirt sich ein schmaler dunkler Saum, welchen man leicht als den optischen Ausdruck der Begrenzungsflächen des *Stratum epithel.* und dieser Muskelzüge und die letzteren als Bestandtheil der Wandung auffassen kann. Beim Vergleich mit Querschnitten aus tieferen Theilen der Warze sieht man einmal die circulären Muskelfasern nicht in immer gleicher Nähe am *Stratum epithel.* bleiben, sondern sich stellenweise mehr entfernen und sich selbst in ihrem Zuge um einen benachbarten Canal legen, sodann aber findet man, dass bald die circulären, bald die longitudinal verlaufenden Fasern zunächst dem Epithel liegen. Es gehören daher diese Muskelfasern, so eng sie den Canälen auch anliegen mögen, wie diese Unregelmässigkeit in der Lage zeigt, nicht dem Substrat der Wandung an, sondern sie verlaufen selbstständig, wie die schon beschriebenen, in dem Stroma der Warze. Als das Substrat der Wandung ist vielmehr jener an Querschnitten erwähnte dunkle Zwischenraum zu deuten, der, je mehr sich die Muskeln von der Wand entfernen, immer breiter und heller wird (Fig. 1. f.); an Längsschnitten markirt er sich schon dem blossen Auge als ein feiner, gegen die Umgebung abstechender, undurchsichtiger Saum, welcher, bei mikroskopischer Betrachtung, sich scharf gegen das umgebende Stroma abzugrenzen scheint, nach Anwendung von *Acid. nitr.* 20% gelblich tingirt wird und eine feine, durch reichlich abgelagerte feine Fettkörnchen verdeckte Längsstreifung erkennen lässt (Fig. 2. f.). Zur genauen Untersuchung muss man in Aether gekochte Präparate und Kali 10% anwenden; es treten dann zunächst in dem umgebenden Stroma die reichlich vorhandenen elastischen Längsfasernetze deutlich hervor; die elastischen Fasern liegen immer in Bündeln zusammen, von anderen durch grössere Zwischenräume getrennt, die einzelnen Fasern sind von bedeutender Breite; je mehr sie

*) Luschka: Zur Anatomie der männlichen Brustdrüse. Muell. Archiv 1852.

**) Henle: Jahresbericht 1850.

***) Koelliker: Handbuch der Gewebelehre des Menschen.

sich dem Canal nähern, desto schmäler werden die einzelnen Fasern und die Zwischenräume zwischen den einzelnen Bündeln, bis sie an dem Epithel, ungemein fein und dicht an einander liegend, die streifige Zeichnung bedingen. In diesem Substrat findet man immer an der Grenze des Epithels kleine, der Richtung der Canäle folgende Gefässe (Fig. 2. h.).

Es ergiebt sich also, dass man an den Ausführungsgängen zu unterscheiden hat das mehrfach geschichtete Epithel von dem mikroskopischen Habitus der tieferen Schichten der Epidermis und das Substrat, dessen Stroma sich in das der Warze überhaupt fortsetzt; in ihm finden sich ausser Gefässen sehr feine elastische Längsfasern in grosser Anzahl, welche sich an die gröberen und weniger regelmässig verlaufenden der Umgebung anschliessen.

An der Brustdrüse selbst unterscheidet man das Drüsenhöhlen-System und das Bindegewebs-Stroma, in welchem es eingebettet liegt.

Das Drüsenhöhlen-System zerfällt wieder in die Verästelungen der grossen Milchcanäle, in welche die Ausführungsgänge übergehen, und ihre letzten Endigungen als Drüsenacini.

Die Ramification der Milchcanäle geschieht in der Weise, dass ein grösserer Canal sich unter spitzem Winkel in zwei und mehr Aeste spaltet, bis zuletzt die feinsten Canäle hervorgehen, welche sich doldenförmig ein jedes in mehrere Endcanälchen spalten. Jedes dieser Endcanälchen geht zuletzt in 2—4 etwas kolbig erweiterte blinde Endigungen, die Acini, aus.

Die einzelnen, zu einem feinsten Milchcanälchen gehörenden, Acini liegen zu kleinen, etwa 3‴ langen und 2‴ breiten Läppchen von ovaler Form gruppirt; alle von einem grösseren Canal durch Ramification entstandene Läppchen bilden wieder durch ihre Gruppirung einen grösseren Lappen, so dass zuletzt die Drüse aus so viel grössten Lappen zusammengesetzt ist, als es grösste Milchcanäle giebt.

Das die ganze Drüse umhüllende Stroma ist in seiner peripherischen Schicht, wo es mit der *Fascia superficialis* zusammenhängt, reich an elastischen Fasern; von derselben Beschaffenheit zeigt es sich in der nächsten Umgebung der grösseren Milchcanäle; zwischen den einzelnen Läppchen fehlen diese, das Bindegewebe hat hier mehr den Character des embryonalen, mit hyaliner Grundsubstanz und in ihr eingebetteten, deutlichen, kurz spindelförmigen Bindegewebskörperchen. In diesem Stroma verlaufen die Gefässe und Nerven.

An dem Drüsenhöhlen-Systeme finden sich in den grossen Canälen zunächst noch die beschriebenen Längsleisten der Ausführungsgänge, weiter hinab verlieren sie sich allmählich und sind in den feineren nicht mehr zu erkennen.

In Bezug auf seine Structur hat man ebenfalls das Epithel, als die eigentliche Drüsenzellenschicht und das Substrat zu unterscheiden. Die Drüsenzellen sind während der Schwangerschaft und Lactation sehr fettreich und ihre Kerne schwer zu erkennen.

Das Substrat anlangend, so finden sich in den grössten Milchcanälen die elastischen Längsfasern in derselben Weise, wie in den Ausführungsgängen, an den feineren jedoch mit dem Unterschiede, dass sie nicht bis an die innere, gegen das Epithel gewandte Grenzfläche des Substrates rei-

chen. Zwischen dem Epithel und der elastischen Längsfaserschicht liegt hier eine Schicht unreifen embryonalen Bindegewebes. Diese Schicht ist an Stellen, wo noch Längsleisten vorkommen, verschieden stark, wo diese aufhören, hat sie überall eine gleiche Dicke; sie zeigt eine feine Längsstreifung ihrer hellen Grundsubstanz. In den feinsten Endcanälchen und Acinis hören diese Schichten auf; die Drüsencanäle scheinen ohne selbstständige Wand in dem umgebenden Stroma eingebettet zu sein; ihre Begrenzung markirt sich durch eine, obwohl scharfe, doch einfache Contour, welcher die Bindegewebskörper des umgebenden Stromas in ihrer Lagerung folgen, so dass ich eine *Tunica propria,* obschon ich ihre Anwesenheit gegen die Drüsenzellen hin nicht in Abrede stelle, auf keine Weise isolirt erkennen konnte.

Beschreibung des gröberen und feineren morphologischen Verhaltens der Neubildung.

Die erste dieser Geschwülste nimmt die ganze Brustdrüse ein; die Warze ist etwas eingezogen, aber noch erhalten; sie lässt schon an ihrer äusseren Oberfläche durch die sie bedeckende Cutis hindurch runde, etwa pfirsichgrosse prominirende Erhabenheiten erkennen. Beim Durchschnitt zeigt sie unter der Cutis und dem reichlich entwickelten subcutanen Fettgewebe, entsprechend jenen knolligen Erhabenheiten, verschieden grosse Höhlungen, welche, in einem glänzenden, faserig erscheinenden Stroma eingebettet, in ihrem Innern eine glatte Wandfläche zeigen, von der aus sich papillenartige Wucherungen mit glatter Oberfläche erheben und den Hohlraum ausfüllen. Diese Höhlungen liegen, theils kleiner, theils grösser, nebeneinander, oft sind die sie trennenden Septa durchbrochen, so dass die Excrescenzen einer Höhle in die benachbarte hineinragen. Die von der Höhlenwand ausgehenden Wucherungen erheben sich bald von leistenartigen, in jenen Höhlungen verlaufenden Erhabenheiten, theils entspringen sie in weitem Umfange oder an einer umschriebenen Stelle der Wandung als gemeinsamer Stamm, der sich in grössere Aeste und weiterhin zu kleinen Papillen ramificirt. Zwischen diesen gröberen, mit dem blossen Auge sichtbaren papillaren und lamellösen Excrescenzen markiren sich die Zwischenräume als, je nach der Form der Wucherung verschieden gestaltete, Spalten und Lücken.

Mehr nach dem Centrum zu werden diese Höhlungen kleiner, die Geschwulst nimmt ein consistenteres Aussehen an; der äussere Habitus auf einem Durchschnitt stellt sich als ein grob areolärer dar, insofern, als man eine streifige, etwas glänzende, hyalingraue Substanz in mehr oder weniger starken Zügen, eine andere, gelblich tingirte, mehr körnig aussehende, umgeben sieht. An dünneren Schnitten sieht man jedoch leicht mit der Loupe, besonders wenn man die interstitielle Flüssigkeit ausdrückt, zwischen den beiden, in ihrem Aussehen verschiedenen Gewebsmassen Spalten entstehen; man sieht öfter die körnige Masse von der Wandung der Areole entspringen und überzeugt sich leicht, dass man es mit Längs- oder Querschnitten von denselben papillaren Wucherungen, nur in kleineren Verhältnissen zu thun hat.

Je mehr man sich von der Peripherie entfernt, desto dichter wird das Gefüge und man erkennt mit der Loupe nur noch in einer streifigen, hyalingrauen Grundmasse grössere oder kleinere

Spalten; der areoläre Habitus geht, indem er immer feiner und netzartiger wird, allmählich in diese consistentere, von Spalten durchsetzte Masse über.

Jene Faserzüge der hyalingrauen, streifigen Substanz werden von Gefässen begleitet, die selten und meist nur an der Peripherie in dickeren Stämmchen erscheinen, mit Hülfe der Loupe sich aber deutlich erkennen lassen. Von der Oberfläche der papillaren Excrescenzen und der glatten Innenfläche der Hohlräume, die von ihnen ausgefüllt werden, lassen sich epitheliumartige Zellen abschaben. Peripherisch sind in diesen Zellen Fettkörperchen abgelagert, so dass sie wie mit einem Kranze von Fettkörnchen umgeben zu sein scheinen. Ihr Durchmesser beträgt $\frac{1}{150}'''$.

In den Höhlungen sowohl, wie in den klaffenden Lücken und Spalten befindet sich eine oft mit Blutkörperchen untermengtes, gelbliches, eiweisshaltiges Fluidum.

Im Wesentlichen dieselben Erscheinungen bietet sowohl, was Grösse, als auch die gröberen Structur-Verhältnisse anlangt, die zweite Geschwulst dar, nur mit der Abweichung, dass die grossen, mit starken papillaren Excrescenzen gefüllten Höhlungen seltener sind, dagegen die kleineren auf dem Querschnitt einen grob areolären Habitus gebenden Excrescenzen neben dem consistenteren von Spalten durchsetzten streifigem hyalingrauen Centraltheil vorherrschen.

Um die Tumoren zur weiteren Untersuchung zu benützen, wurden beide von einzelnen in der Warze erhaltenen Ausführungsgängen mit rother Masse injicirt, sodann ein Theil von ihnen nach kurzem Aufkochen getrocknet, ein anderer in Weingeist verwahrt. Man überzeugt sich leicht, dass die Injectionsmasse in die grossen Höhlen, so wie in die verschiedenen Spalten und Lücken eingedrungen ist und die freie Fläche der Wucherungen überzieht.

Entsprechend dem gröberen, schon mit dem blossen Auge oder mit Hülfe der Loupe erkennbaren Habitus der Neubildung, welcher sich einmal durch solide papillenartige Excrescenzen, sodann durch Lücken und Spalten markirte, die zum Theil als die Zwischenräume zwischen den ramificirten Wucherungen erkannt wurden, lassen sich auch alle der mikroskopischen Betrachtung sich darbietenden Formen als solide und Hohlformen classificiren.

Wir beginnen mit der Beschreibung der soliden Formen, an welche sich ein Theil der Hohlformen anschliesst, und lassen dann den anderen Theil derselben gesondert folgen.

Unter den soliden Formen treten die mit papillarem Habitus, wie bei der gröberen Untersuchung, so auch bei der mikroskopischen am häufigsten auf. Man sieht (Fig. III. A. A1.) von einem streifigen gemeinsamen Grundstroma aus papillenartige Auswüchse entspringen. Ihre Grösse und äussere Form ist sehr wechselnd; von einer einfachen kegelförmigen Erhabenheit lassen sie sich bis zu vielfach ausgebuchteten, blattförmig ausgebreiteten, oder einfach langgestreckten Formen verfolgen.

Abgesehen von den durch die wechselnde Grösse bedingten Verschiedenheiten lassen sich je nach der vorwiegenden Richtung der Ausdehnung zwei Typen der äusseren Form an diesen papillenartigen Excrescenzen unterscheiden; einmal nämlich ist die Ausdehnung in der Längsrichtung vorherrschend, in anderen Fällen geht sie von der Basis nach allen Puncten der Peripherie gleichmässig aus. Es treten die papillaren Formen daher entweder als nicht ramificirte, meist lange und

im Verhältniss zu ihrer Länge schmale, leistenförmige Auswüchse auf, zwischen denen, wenn mehrere in einer Ebene liegende getroffen sind, canalartige, an der Basis blind endende Interstitien entstehen, oder als Formen, die sich von der Basis an allmählich nach allen Richtungen der Peripherie blattähnlich ausbreiten und zwischen sich Zwischenräume mit sinuöser Begrenzung erkennen lassen. Der freie Rand dieser Wucherungen verläuft theils geradlinig, theils wellenförmig, selbst gezackt und tief eingebuchtet. Die geradlinige Begrenzung findet sich immer bei den einfachen Auswüchsen, die tiefen Ausbuchtungen, bei den sich peripherisch ausbreitenden, so dass dadurch an der Peripherie einer papillaren Excrescenz kleinere abgeschnürt werden, die als secundäre auf den grösseren aufsitzen.

Das Stroma (Fig. 3. a), von dem aus sich diese papillaren Formen erheben, lässt sich meist nicht zu bestimmten Grenzen verfolgen; nicht selten jedoch kommen Bilder zur Ansicht, an denen man beobachtet, wie es von mehreren Auswüchsen her in einen zu beiden Seiten frei begrenzten Stamm zusammenfliesst, der sich wieder von einem Grundstroma erhebt. Es stellt sich demnach der Character dieser papillarartigen Wucherungen als ein ramificirter dar, so dass eine Stammpapille Aeste hat, an denen wieder kleinere Endpapillen ansitzen. Wie weit sich in centraler Richtung diese Ramification fortsetzt, ist natürlich an mikroskopischen Bildern nicht zu bestimmen.

Was die Structur dieser Formen betrifft, so lässt sich das Epithel, dessen bei der Untersuchung des frischen Präparates Erwähnung geschah, an den getrockneten nicht mehr nachweisen; an dem Substrat lassen sich dem äusseren Habitus nach zwei verschiedene Bestandtheile unterscheiden, ein deutlich streifiger, bei durchfallendem Licht hyalingrauer, bei auffallendem matt getrübter, leicht glänzender (Fig. III. A. A I. a.) und ein körnig aussehender, leicht gelblich tingirter (Fig. III. A. A I. b). — Die Anordnung dieser beiden, an dem Substrat participirenden, Glieder ist nun die, dass der streifig erscheinende Bestandtheil zunächst immer das Grundstroma bildet und den Axen- oder Centraltheil der Papillen, mit dem sie von ihm auswachsen, während an der Peripherie derselben der körnige, gelblich tingirte gelagert ist. Die Stärke der beiden Schichten ist in den einzelnen papillären Formen je nach ihrer Grösse sehr verschieden, indessen zeigt sich die peripherische Schicht an der terminalen Ausbreitung ramificirter Formen immer bedeutend breiter als an ihrer Basis und behält dagegen an den langen, nicht ramificirten überall dieselbe Mächtigkeit.

Der Axentheil der Papillen gleicht in seinem Aussehen vollkommen dem Stroma, von dem er ausgeht, und hängt mit ihm continuirlich zusammen. Von ihm erhebt sich der Stamm als Papille, welcher nun entweder vorwiegend nach einer Richtung sich erstreckt, oder sich mehr und mehr peripherisch ausdehnt, indem von dem mehr senkrecht aufsteigenden Stamme nach den Seiten hin Aeste abgehen, die sich gegen den peripherischen Theil pinselförmig ausbreiten. Um diesen centralen streifigen Achsentheil ist nun die peripherische körnige Schicht so gelagert, dass die Endäste des Stammes in sie hinein reichen, und in ihr gleichsam eingebettet liegen.

In Bezug auf die Textur-Verhältnisse lassen sich an dem Axentheil und den mit ihm continuirlich zusammenhängenden Ursprungs-Stroma bei genügender Vergrösserung in einer in *Acidum acet.* nur leicht aufquellenden Grundsubstanz zahlreiche, theils elliptische, theils an beiden Enden

in die Länge gezogene spindelförmige Körper unterscheiden, welche mit ihrer Axe der Richtung der Streifung folgen oder vielmehr diese bedingen (Fig. 4. a.).

Die peripherische, körnige und leicht gelblich tingirte Schicht grenzt sich an dicken Schnitten scharf gegen den Axentheil ab, so dass oft der Anschein einer zwischen beiden gelegenen intermediären Haut hervorgebracht wird, und die periphere Schicht durch diese scheinbar scharfe Abgrenzung, verbunden mit ihrem körnigen Habitus, das Ansehen eines geschichteten Pflasterepithels annimmt. Feine Schnitte lassen aber nach Anwendung von *Ac. acet.* eine leicht aufquellende hyaline Grundsubstanz, welche in die der centralen Schicht continuirlich übergeht, zwischen zahlreichen ovalen und kurzspindelförmigen kernähnlichen Körperchen unterscheiden, die an dicken Schichten sich zu berühren scheinen, keine Grundsubstanz zwischen ihnen erkennen lassen und dadurch das körnige epitheliumartige Ansehen hervorbringen. Es verliert sich bei dieser Behandlung auch der Anschein einer intermediären Haut, welcher nur durch den kräftigen Schatten zwischen der lichten und körnigen Substanz hervorgebracht wird (Fig. 4. b.).

Aus diesem Verhalten ergiebt sich, dass die Papillen und ihr Grundstroma nicht aus zwei histologisch verschiedenen Formelementen, sondern aus embryonalem Bindegewebe bestehen, welches sich in seiner Textur in der Art ändert, dass von der Peripherie nach dem Centrum zu die Grundsubstanz zunimmt, dass die Bindegewebskörper, welche in der peripherischen Schicht dichter neben einander liegen und an dickeren Schnitten eine Intercellular-Substanz nicht erkennen lassen, nach dem Centrum zu durch hyaline Grundsubstanz immer mehr getrennt sind und dabei ihre Form von der ovalen zur spitzovalen und spindelförmigen änderh. Durch ihre parallele Lagerung im Stroma und dem Centraltheil der Papillen bedingen sie eine scheinbare Streifung, die sich bei Anwendung von Essigsäure, wenn die Grundsubstanz mehr aufquillt, verliert.

In dem Grundstroma lassen sich Gefässe erkennen, die aber nur in spärlicher Menge vorkommen; in den papillaren Erhebungen selbst habe ich sie niemals auffinden können. Immer lassen sich an ihnen die einzelnen Häute nachweisen. Sehr reich scheint dagegen das Grundstroma, in seltenern Fällen selbst der Centraltheil der Papillen an Bestandtheilen zu sein, welche ausserordentlich den elastischen Fasern gleichen und mit ihnen leicht verwechselt werden. Ihre Häufigkeit nimmt mit der Entfernung von der freien Fläche der Wucherungen nach dem Stroma ihrer Stammpapillen und dem Grundstroma in centraler Richtung zu; sie liegen anscheinend, entsprechend dem streifigen Habitus, parallel der Längsrichtung der Papillen; Essigsäure hebt diesen Anblick nicht auf; dagegen gelang es mir bei Anwendung von Kali 10% niemals elastische Fasern darzustellen; an Stellen, wo ich vorher deutlich elastische Fasern zu sehen glaubte, fand sich bei Anwendung dieses Reagens eine Menge sehr feiner in Reihen geordneter Fettkörnchen. Ich muss also das Vorkommen elastischer Fasern in den untersuchten Tumoren verneinen.

Neben den oben beschriebenen Formen der papillenartigen Auswüchse finden sich zuweilen vorwiegend, zuweilen in gleicher Häufigkeit oder sparsamer, andere, deren Habitus sich als areolärer bezeichnen lässt.

In einem streifig erscheinenden Stroma liegt die körnige, gelblich tingirte Masse gleichsam

eingelagert. Auf diese Weise entstehen anscheinend verschieden grosse Areolen, begrenzt von der streifigen, angefüllt von der körnigen Substanz. Die Grösse und Form dieser Areolen ist sehr wechselnd, bald sind sie von mehr kreisförmiger Begrenzung, bald herrscht eine längliche Form vor. (Fig. 3. C.). Die scheinbare Inhaltsmasse füllt den Raum bald gleichmässig aus, bald ist sie durch feine Spalten in kleinere Bezirke getheilt. Der Inhalt ist durch diese Spalten bald in mehr kreisförmige, bald in ovale, längliche Portionen getheilt; im letzteren Falle erhält dann der Inhalt ein durch mehr oder weniger parallel verlaufende Spalten zerklüftetes Ansehen. In die Spalten dringt die Injections-Masse ein und zwar vorzugsweise in die zwischen die kreisförmigen Portionen gelegenen Spalten, seltener in die länglichen. Die einzelnen Inhaltsportionen haben bald ein gleichmässig gelbliches, körniges Ansehen, bald markirt sich ein hyalines Centrum, um welches der übrige Inhalt als körniger Saum gelagert erscheint. Das Stroma der Umgebung geht an vielen Stellen in das Ursprungsstroma benachbarter Papillen und in ihren Centraltheil über und es erweist sich ebenso, wie der körnig erscheinende Inhalt als embryonales Bindegewebe von derselben Texturverschiedenheit, wie im Axen- und peripherischen Theil der papillaren Wucherungen.

Der Umstand, dass in die Spalten zwischen die einzelnen Inhaltsportionen die Injections-Masse eindringt, lässt erkennen, dass man es hier nicht mit wirklichen geschlossenen Areolen zu thun hat; da ferner in ihrer Nachbarschaft sich immer Formen von papillarem Habitus befinden, in deren Centraltheil das Stroma übergeht, und da Stroma und Inhalt sich als embryonales, nur in seiner Textur eben so verschiedenes Bindegewebe, wie das im Axen- und peripherischen Theil der Papillen erweisen, so kann man daraus einen Zusammenhang zwischen den Formen mit areolarem Habitus und den Papillaren vermuthen.

In der That hat man es hier auch, was man durch passend geführte Schnitte beliebig erreichen kann, mit Querschnitten jener papillenartigen Excrescenzen zu thun. Die scheinbar areolär auftretenden, durch Spalten getrennten Portionen des embryonalen, körnig erscheinenden Bindegewebes, erhält man immer, wenn der Schnitt quer durch die periphere Schicht benachbarter Papillen ging; fehlen die Spalten, die also die quergetroffenen Interstitien sind, so ist entweder nur eine Papille getroffen, oder mehrere kleinere an der Basis, bevor sie sich ramificiren. Der centrale hyaline Kern, der sich in manchen Portionen findet, ist der quergetroffene Axentheil einer tiefer getroffenen Papille. Die mehr kreisförmige oder längliche Form der Inhaltsportionen ist abhängig von der mehr kegelförmigen oder leistenförmigen Gestalt der papillaren Wucherungen.

Während bisher solide Structurformen der Beobachtung vorlagen, finden sich bald vorwiegend oder seltener, bald im Anschluss an die schon behandelten oder gesondert von ihnen, Formen vor, die trotz mancherlei Verschiedenheiten doch das Gemeinsame darbieten, dass sie als einfache oder ramificirte canalähnliche Gebilde auftreten.

Die eine Art dieser Hohlformen, die durch den Anblick einer mehr oder weniger verzweigten Ramification characterisirt ist, schliesst sich in ihrem überwiegend häufigen Vorkommen neben den Formen des papillaren Habitus, und, wie sich ergeben wird, auch in ihrer morphologischen Bedeutung, an diese an.

Man sieht eingebettet in einem körnig erscheinenden, gelblich tingirten Stroma, welches in seinem Aussehen dem peripherischen Theile des Substrates der papillaren Formen gleicht, auch in dasselbe sich fortsetzt und als embryonales Bindegewebe von derselben Textur wie dort sich erweist, in Gruppen von 3—4 und mehr vereinigt, runde, den Acinis der normalen Drüse an Grösse etwa gleichkommende Hohlformen (Fig. 3. B. c.). Meist sind sie mit Injectionsmasse angefüllt; wo dieses aber nicht der Fall ist, sieht man ihr Lumen erfüllt von einem gelblichen, fein granulirten Inhalte, der sich von der Begrenzungslinie leicht abtrennt, so dass zwischen Beiden ein feiner, spaltähnlicher Zwischenraum bleibt. Eine andere Begrenzung des Lumens, als durch das Stroma, lässt sich nicht nachweisen; zwar scheint sich das Lumen manchmal durch eine besondere Membran scharf gegen die Umgebung abzuheben, doch lässt sie sich niemals nachweisen, wohl aber erkennt man oft deutlich, wie dieser Anschein durch die scharfe Abgrenzung des Inhaltes von der Umgebung zu Stande kommt. Diese besprochenen Hohlformen sieht man in den meisten Fällen mit schmalen kurzen Gängen im Zusammenhange stehen, welche solche acinusartige Formen als Seitenzweige haben oder in 2—3 derselben blind enden. Mehrere dergleichen Gänge mit ihren scheinbaren Seiten- und Endbläschen münden an beiden Seiten in einen grösseren Hohlraum, der dem Hauptcanal ähnlich erscheint. Auf diese Weise erhält man, wie Fig. III. B. d. c. erkennen lässt, das Bild eines ramificirten Drüsencanalsystems, in dem man den Hauptcanal erkennt, der sich in Seitenäste bis zu den Acinis weiter ramificirt. Trotz dieses anscheinend so deutlich ausgesprochenen Habitus eines verzweigten Canalsystems müssen diese Hohlformen auf die Interstitien zwischen den secundären Papillen bezogen werden. Schon bei Besprechung dieser Formen wurde der oft sinuösen Gestalt jener Lücken gedacht, und an geeigneten Präparaten sieht man dieselben von seichten Einkerbungen an mit der Ramification der Papille grösser und tiefer werden, bis sie zwischen den secundären Papillen in so ramificirter Weise auftreten. In Fig. III. B. sieht man von L her den streifigen Centraltheil der Hauptpapille hereinwachsen, sich zu secundären ramificiren und zwischen der peripherischen Schicht dieser secundären Papillen nehmen die Interstitien das canalähnliche, ramificirte Aussehen an.

Sind die papillaren Excrescenzen einfache Erhebungen, so markiren sich die Interstitien als seichte Einkerbungen. Je mehr die Papille in der Peripherie sich in secundäre theilt, desto tiefer und sinuöser werden diese Spalten, die am Grunde blind, acinusartig enden. Der Hauptcanal (d), in den von beiden Seiten die kleineren münden, ist auf ähnliche Weise als ein grosser Spalt zwischen den, von entgegengesetzten Seiten gegen einander wuchernden, Excrescenzen zu betrachten. Traf der Schnitt die Papillen mit ihren Interstitien nicht in der ganzen Ausdehnung, sondern nur am Grunde, so erhält man die beschriebenen Gruppen kleiner acinusartiger Hohlformen, die meist schön injicirt erscheinen; drang die Injectionsmasse nicht ein, so entspricht der gelbliche, granulirte Inhalt jener, durch das Kochen und Trocknen geronnenen, albuminösen Flüssigkeit, der bei der Beschreibung der frischen Präparate Erwähnung geschah.

Die zweite Art der vorkommenden Hohlformen markirt sich im Gegensatz zu den eben besprochenen durch den Mangel der Ramification und durch den Anschein einer besondern Wandung.

Sie kommen vorzugsweise in den mehr centralen Partien der Neubildung vor und treten nie in so grosser Menge, sondern vereinzelt auf. In Bezug auf ihre Form kann man die canalartigen von den runden, acinusartigen unterscheiden. Was zunächst die canalartigen anlangt, so liegen sie eingebettet in einem streifig erscheinenden Stroma; man unterscheidet an ihnen die Wandung und das Lumen. Das Lumen, in welches die Injectionsmasse nur theilweise eindringt, ist von verschiedener Breite und wird oft nur durch die dunkle Contour zwischen den eng an einander liegenden Wänden erkannt. Die Wandung stellt sich als ein, an demselben Canal stets gleich breiter, körnig erscheinender Saum dar, welcher sich an dickeren Schnitten scharf gegen das umgebende Stroma abgrenzt. — An manchen Präparaten sieht man ihn oft an einem Ende blind, zuweilen etwas kolbig angeschwollen enden, mit dem andern an die freie Fläche papillarer Excrescenzen münden; man sieht dann den gelblich tingirten körnigen Saum, welcher die Wandung bildet, in die peripherische Schicht der Papillen, das streifige Stroma, in dem der Canal eingebettet liegt, in den Axentheil derselben übergehen. Es erscheinen an solchen Präparaten die Lumina dieser Canalformen als Interstitien zwischen benachbarten, papillenartigen Excrescenzen (Fig. 3. D.). — Was die Wandung anlangt (Fig. 3. D. b.), so grenzt sie sich, wie schon bemerkt, an dicken Schnitten scharf gegen das umgebende Stroma (a) ab, und es hat oft den Anschein, als ob zwischen beiden eine besondere intermediäre Haut sich markire; ihr Habitus ist dem eines geschichteten Epithels sehr ähnlich; indessen an feinen Schnitten und bei Anwendung von Essigsäure erkennt man an dem Auftreten einer hyalinen Grundsubstanz zwischen ovalen kernähnlichen Körpern, dass man es mit embryonalem Bindegewebe von denselben Texturverhältnissen zu thun hat, wie sie sich an dem Bindegewebe der peripherischen Papillenschicht darbieten, in das ja auch die Wandung übergeht. Ebenso verliert sich an dünnen Schnitten der Anschein einer intermediären Haut, welcher durch den kräftigen Schatten zwischen der körnigen und streifigen Substanz an dicken Schnitten hervorgebracht wird.

In Betreff des histologischen Characters des Stroma, welches in verschieden starker Mächtigkeit auftritt, schwindet bei Anwendung von Essigsäure die Streifung; es treten in einer hellen Grundsubstanz spindelförmige, reihenweise, dem Lumen des Canals parallel gelagerte, Bindegewebskörper deutlich hervor; es ergiebt sich demnach, dass auch hier embryonales Bindegewebe und zwar von derselben Beschaffenheit vorliegt, wie es bereits im Axentheil und dem Ursprungs-Stroma der Papillen beschrieben wurde, mit welchem es auch an vielen Stellen im Zusammenhange gefunden wird. Das Vorkommen von elastischen Fasern ist auch hier, wie vorher, nur ein scheinbares.

Neben diesen Canälen, zuweilen mit ihnen im Zusammenhange, kommen die hierher gehörigen acinusartigen Formen vor (Fig. 3. D.). Sie liegen zuweilen einzeln, öfter aber in Gruppen zu 3—4 vereint, meist in der Nachbarschaft eines oder mehrerer der oben beschriebenen Canäle, in einem durch die Spindelform seiner Bindegewebskörper streifig erscheinenden Bindegewebs-Stroma. Ihre Form ist bald kreisrund, bald mehr oval oder spitzoval. Man unterscheidet an ihnen ebenfalls Wandung und Lumen, in welches die Injectionsmasse ebenfalls nur selten eindringt. Wandung und Stroma werden wie bei den vorher beschriebenen canalähnlichen Formen von embryonalem Bindegewebe von derselben Texturverschiedenheit gebildet, eine scheinbar vorhandene intermediäre Haut

erweist sich ebenfalls als optische Täuschung, und wenn man, wie es zuweilen gelingt, den Uebergang eines Canals in eine dieser acinösen Formen beobachtet, so sieht man Wandung und Stroma der einen Form in die gleichen Theile der anderen übergehen.

Zwischen diesen beiden Formen giebt es zahlreiche Uebergänge, die man bald zu der einen, bald zu der andern rechnen kann; sie stellen sich als lang ovale, bald an beiden, bald an einem Ende blind endende Höhlungen dar, treten nicht selten in Form von hohlen Kolben auf, liegen theils vereinzelt, theils in Gruppen und zeigen sich in ihrem morphologischen Verhalten den beschriebenen vollkommen gleich.

Da die einen areolären Habitus tragenden Formen als Querschnitte der papillenartigen Excrescensen erkannt sind, so lassen sich alle, bei der mikroskopischen Untersuchung gefundenen, Structurformen der Neubildung auf die soliden papillenartigen und die hohlen, canal- oder acinusförmigen zurückführen. Von den Hohlformen sind die ramificirten, an denen sich keine besondere, von der Umgebung sich abhebende Wandung unterscheiden lässt, als die Interstitien zwischen den letzten Verzweigungen der papillaren Wucherungen gedeutet worden.

In ähnlicher Weise liess die Untersuchung mit blossem Auge und mit Hülfe der Loupe in den grösseren und kleineren, in einem festen fibrösen Stroma eingebetteten, Höhlen von der Wandung entspringende, papillenförmige, ramificirte Excrescenzen erkennen, zwischen denen verschieden grosse und verschieden begrenzte lücken- und spaltförmige Interstitien auftreten.

Diese deutlich papillenartigen, ramificirten Wucherungen waren am grössten an der Peripherie der Geschwülste, nach dem Centrum werden sie immer kleiner und erzeugen auch bei der Loupenuntersuchung an Querschnitten den Anblick eines areolären Habitus.

Dieser areoläre Habitus geht in einen netzförmigen an den mehr central gelegenen Stellen über, an denen man mit der Loupe in dem fibrösen Stroma nur feine Spältchen und Lücken unterscheidet. Diesem Habitus entsprechend lassen sich mit Hülfe des Mikroskopes ebenfalls mehr in den centralen Partien die canal- und acinusartigen Hohlformen der zweiten Art erkennen, an denen man im Gegensatz zu den vorigen zwar anscheinend eine besondere, von der Umgebung sich abhebende, Wandung erkennt, aber die Ramification vermisst. Normale Bestandtheile der weiblichen Brustdrüse, also normale Milchcanäle oder Drüsenacini haben sich an keiner Stelle der Neubildung gezeigt.

Es hat also die mikroskopische Untersuchung nur Formen ergeben, die sich auf die, durch die Loupenuntersuchung erkannten, zurückführen lassen; es handelt sich jetzt darum, aus der Vergleichung der Neubildung mit dem normalen Organe zu finden, ob und in wie weit die Structurformen jener als veränderte der normalen Brustdrüse aufzufassen sind.

Vergleich der Neubildung mit der normalen weiblichen Brustdrüse.

Vergleichen wir hiernach die oben gewonnenen morphologischen Verhältnisse der Neubildung mit denen der normalen Brustdrüse, so findet der knollige gröbere Bau jener zunächst ein Ana-

logon in den normalen grossen Drüsenlappen. Andere Aehnlichkeiten dürften sich bei der Betrachtung beider auf Durchschnitten kaum finden lassen. Das gleichmässige, durch die normalen Drüsenacini bedingte, körnige Ansehen der normalen Drüse lässt sich in der Neubildung nirgends wahrnehmen, ebenso erscheinen die verschiedenen papillaren Excrescenzen als etwas der normalen Drüse völlig Fremdartiges. Andere Vergleichungspunkte scheinen die mikroskopischen Verhältnisse zu geben.

Der Character des normalen Organs, ausgesprochen in dem ramificirten Drüsencanal-Systeme, findet, wie es scheint, sein Analogon in den canalartigen Hohlformen der Neubildung. Vor Allem sind es die ramificirten scheinbaren Canalformen, deren Anblick dem eines verästelten Drüsencanals täuschend ähnlich erscheint; indessen die vorausgeschickten Untersuchungen haben gezeigt, dass man an diesen Formen keine besondere Wandung erkennt, dass der Anschein eines ramificirten Canalsystems durch die Verzweigungen einer grösseren Papille in secundäre und die zwischen diesen dadurch gebildeten Einbuchtungen entsteht, dass diese Formen mithin von den einfachsten Einsenkungen an bis zu den ramificirten als die Interstitien zwischen zwei einander entgegenwachsenden Papillensystemen und ihren einzelnen Papillen der letzten Ordnung zu betrachten sind.

Die andere Art der canal- und acinusartigen Hohlformen, welche sich durch den Mangel einer Ramification von der ersten unterscheidet, bietet gleichwohl in dem Anblick und dem scheinbaren Bau ihrer einzelnen Formen grössere Uebereinstimmung mit den Bestandtheilen der normalen Drüse dar; und in der That sind auch von mehreren Forschern diese hierher gehörenden canalartigen oder acinusähnlichen Formen für neugebildete Drüsen-Bestandtheile gehalten worden.

Diese Deutung, welche sich zuerst bei Reinhardt*) findet, halten Rokitansky**) und Foerster***) fest und construiren von hier aus die Genese der Neubildung.

Nach Foerster bilden sich zuerst in einem Bindegewebsstroma kleine, blindsackähnliche Hohlformen, wahrscheinlich von der normalen Drüse aus; nach Rokitansky verzweigte, am freien Ende zu Bläschen sich entfaltende Gänge ausser Zusammenhang mit der normalen Drüse. Beide Autoren beschreiben an ihnen eine *Membrana propria* und heben hervor, dass sie sich nicht zu einem grösseren Ausführungsgange vereinigen. Die Wandung wird nach Rokitansky von Kernen ausgekleidet, später von einem mehrfach geschichteten Epithel, nach Foerster von Kernzellen und keinem einfachen Epithel. Soweit ist der Tumor eine Neubildung von Drüsensubstanz und wird erst durch die weitere Entwickelung zum Cystosarcom.

Nach Rokitansky erweitern sich die neugebildeten Canäle, ihre Wand verwächst mit der Lagermasse, diese selbst wächst, indem in ihr mit Epithel bekleidete Spalten und Lücken auftreten, in Form kolbiger Excrescenzen in die neugebildeten Canäle hinein. Durch die Erweiterung der nun von den hereingewachsenen Excrescenzen erfüllten Acini und Canäle, aber auch durch Erweiterung

*) Reinhardt: Pathologisch-anatomische Untersuchungen, Berlin 1852.
**) Rokitansky: Lehrbuch der pathologischen Anatomie 1855.
***) Foerster: Handbuch der pathologischen Anatomie 1854.

der normalen Milchcanäle, in die das Stroma hineinwuchert, entstehen die verschiedenen, als Cysten betrachteten, mit papillaren Excrescenzen gefüllten Hohlräume. In ähnlicher Weise beschreibt Foerster die weitere Umwandlung der neugebildeten Drüsenelemente zum Cystosarcom.

Beide Autoren kommen also darin überein, dass das Cystosarcom mit einer Neubildung von Drüsenelementen beginnt; aus diesen und zum Theil aus den normalen Milchcanälen lassen sie die Cysten entstehen, in welche von dem umgebenden Stroma die papillaren Excrescenzen hineinwachsen. Die neugebildeten Drüsenelemente vereinigen sich nach beiden Forschern nicht zu grösseren Ausführungsgängen, bestehen nach ihnen aus einer *Membrana propria*, welche nach Foersten mit rundlichen Kernzellen, nach Rokitansky mit Kernen, später mit Epithel ausgekleidet ist.

Beide legen also fast ausschliesslich auf die von ihnen als neugebildete Drüsenbestandtheile gedeuteten Formen Gewicht. Nach ihren Beschreibungen ist es nicht zweifelhaft, dass Rokitansky die Spalten und Lücken zwischen den neugebildeten Papillen, die ich als Interstitien zwischen den secundären Papillen beschrieben habe, beobachtete, dass beide die canal- und acinusartigen Hohlformen, die ich als nicht ramificirte und anscheinend mit einer Wandung versehen, von der ersten Art trennte, für die neugebildeten Drüsenelemente ansehen.

In Bezug auf den Bau dieser als neugebildete Drüsenelemente gedeuteten Hohlformen hebe ich als abweichend aus den oben angeführten Untersuchungen hervor, dass ich an ihnen keine *Tunica propria* habe nachweisen können, dass die Kerne oder Kernzellen, mit denen nach den genannten Forschern die Wand ausgekleidet ist, sich als Bindegewebskörper eines embryonalen Bindegewebes mit hyaliner Grundsubstanz erwiesen haben, dass durch das Auftreten dieser Grundsubstanz der Wand-Saum sich deutlich von einem geschichteten Epithelium unterscheidet, mit dem er viel äussere Aehnlichkeit hat. Dass die Wandung indessen mit einem einfachen Pflasterepithelium von der Art, wie ich es im frischen Zustande an allen Theilen der Neubildung gefunden und beschrieben habe, ausgekleidet ist, bestreite ich nicht, an getrockneten Präparaten lassen sich die Epitheliumzellen nicht mehr erkennen.

Obschon diese Formen in ihrem Aussehen Drüsencanälchen und Acinis auffallend gleichen, so scheint mir doch der äussere Anblick allein kein hinreichender Grund zu sein, sie für neugebildete Bestandtheile des normalen Drüsenhöhlensystems anzusehen. Trotz ihrer äusseren Aehnlichkeit machen sich, abgesehen von ihrer bedeutenden Grösse, Verschiedenheiten in den morphologischen Verhältnissen geltend. Den normalen Drüsencanälchen und Acinis fehlt die dicke, aus embryonalem Bindegewebe bestehende Wandschicht der neugebildeten Formen; man müsste also, wenn man diese Erklärung festhalten will, noch eine Hypertrophie in der Weise statuiren, dass man diese Wandschicht in der Neubildung für die hypertrophirte *Membrana propria* ansähe, dann aber würde erst die Frage zu entscheiden sein, ob diese Formen nicht vielmehr die hypertrophirten normalen Drüsenelemente sind. Für diese Erklärung würde der äussere Anblick, ebenso die Grösse und Structur weit mehr sprechen.

Zunächst, scheint mir, müssten sich diese behandelten Formen, wenn es neugebildete oder hypertrophirte alte Drüsenbestandtheile wären, mindestens in derselben Menge und Häufigkeit finden,

wie in der normalen Drüse; es ist aber schon weiter oben bemerkt worden, dass ihr Vorkommen nur ein sparsames ist; sodann aber müssten sie im Zusammenhange mit normalen Bestandtheilen der alten Drüse gefunden werden, denn dadurch wäre erst der Beweis geliefert, dass in Wahrheit neugebildete Drüsenbestandtheile vorliegen.

Nach dem nämlich, was wir besonders durch die Untersuchungen von Langer*) über das normale Wachsthum der weiblichen Brustdrüse während der Menstruation und Gravidität wissen, geschieht dieses durch Knospenbildung von den bereits im embryonalen Leben gebildeten primären Drüsencanälen aus; in gleicher Weise muss nun von den vorhandenen normalen Endcanälchen aus auch in pathologischen Verhältnissen durch Knospenbildung eine excessive Bildung neuer Drüsenbestandtheile zu denken sein. In diesen muss sich dann der Zusammenhang der neugebildeten Elemente mit der normalen Drüse nachweisen lassen. In gleicher Weise müssen, wenn in den beschriebenen Formen hypertrophirte alte Drüsenbestandtheile vorliegen, diese mit den unveränderten und, selbst wenn alle normal vorhandenen Drüsenelemente hypertrophirt wären, doch die hypertrophirten untereinander durch den Zusammenfluss kleinerer Drüsenelemente zu grösseren Canälen in Verbindung stehen. Da eine wirkliche Bildung neuer Drüsenbestandtheile doch eine Vermehrung ist, und die Hypertrophie der alten jedenfalls ihre Zahl nicht vermindert, so müsste sich dieser erwähnte Zusammenhang vieler Drüsenbestandtheile zu grösseren Canälen selbst an einem Präparate vielfach nachweisen lassen.

Nun gelingt es zwar zuweilen, wie erwähnt wurde, bei den hierher gehörenden Formen der Neubildung, den Zusammenhang einer canalähnlichen Form mit einer acinösen zu beobachten, es fehlt aber, was Rokitansky und Foerster auch anführen, das Zusammentreten kleinerer zu grösseren Canälen, es fehlt also die Ramification, die sich in der normalen Drüse findet und die in dem durch Knospenzeugung bedingten Wachsthum ihren Grund hat. Da neugebildete Drüsenelemente von den normalen aus durch Knospenbildung entstehen müssen, so müsste sich auch, wenn diese Formen wirklich als solche betrachtet werden sollen, an diesen Hohlformen eine Ramification deutlich markiren; es versteht sich von selbst, dass dieses ebenfalls gilt, wenn diese Hohlformen als hypertrophirte alte Drüsentheile aufgefasst werden sollten. Die von der Knospenbildung der alten Drüse bedingte und mit ihr in Zusammenhang stehende Ramification muss daher erst nachgewiesen sein, ehe die Drüsennatur dieser Hohlformen feststeht, und es scheint also ihr Fehlen wegen ihrer nothwendigen Abhängigkeit von den Gesetzen der Entwickelung zu zeigen, dass wir es in diesen canalartigen oder acinösen Hohlformen nicht mit neugebildeten oder hypertrophirten alten Drüsenelementen zu thun haben.

Da also die Drüsennatur dieser Formen nicht bewiesen ist, so scheint es mir angemessener, für diese Formen, statt sie allein wegen des äusseren Habitus für neugebildete oder hypertro-

---

*) Langer: Ueber den Bau und die Entwickelung der Milchdrüsen: Denkschriften der Wiener Academie. Bd. III. 1851.

phirte alte Drüsenelemente zu halten, nach dem allgemeinen Character der Neubildung, wie er sich durch den Vergleich aller anderen vorkommenden Structurformen herausstellt und von den, in ihrer Bedeutung sicher erkannten, ähnlichen Formen aus eine Erklärung und Deutung zu suchen. Die Neubildung wird characterisirt durch die verschieden gestalteten soliden, von der Wandung grösserer Cavernen entspringenden, papillenartigen und leistenähnlichen Wucherungen in Verbindung mit verschieden gestalteten und verschieden grossen Hohlformen. Von diesen Hohlformen treten die einen als grosse Spalten und Lücken auf zwischen den gröberen, schon dem unbewaffneten Auge erkennbaren papillaren Excrescenzen; andere, nur der mikroskopischen Betrachtung zugänglich, zeichnen sich durch ihre anscheinend deutliche Ramification, ähnlich einem Drüsencanal-System, aus, sind aber, wie gezeigt wurde, ebenfalls als Interstitien zwischen den, durch Ramification der Papillen-Wucherung entstandenen secundären, Papillen zu betrachten.

In Berücksichtigung dieser in ihrer Bedeutung erkannten ähnlichen Hohlformen scheint die Frage am nächsten zu liegen: ob nicht diese als Drüsenelemente aufgefassten Hohlformen vielmehr in ähnlicher Weise als Interstitien zwischen den soliden Formen zu erklären sind, falls ihre morphologischen Verhältnisse eine solche Erklärung zulassen oder gar involviren.

Nach den oben mitgetheilten Untersuchungen hat sich ergeben, dass die Wandung der besprochenen Hohlräume so wie das Stroma, in dem sie liegen, embryonales Bindegewebe ist; der Anschein einer intermediären Haut an dicken Schnitten war durch den starken Schatten erzeugt, welcher durch die verschiedene Textur des embryonalen Bindegewebes der scheinbaren Wand und des Stromas entsteht. Das Bindegewebe dieser beiden Theile verhält sich histologisch genau so, wie das im Axen- und peripherischen Theile der Papillen. An geeigneten Stellen sieht man die histologisch gleichen beiderseitigen Theile, Stroma und Axentheil, Canalwandung und peripherische Schicht der Papillen in einander übergehen, und man erhält unter gleichen morphologischen Verhältnissen dieselben Bilder, wie sie als Interstitien zwischen zwei leistenartigen, nicht ramificirten, papillaren Excrescenzen bei den Formen von papillarem Habitus beschrieben sind. Es finden sich andererseits Stellen in den Präparaten, wo deutlich erkannte Interstitien zwischen nicht ramificirten Papillen genau in Form und Aussehen mit den canalähnlichen besprochenen Formen übereinkommen. Aus der früheren Beschreibung wird erinnerlich sein, dass die Formen mit papillarem Habitus in zwei Typen auftreten, je nachdem sie ohne peripherische Ramification und mit einer gleich starken peripherischen Schicht sich markiren oder in ihrem Aufsteigen sich peripherisch ausbreiten und zu secundären Papillen verästeln, an diesen letzteren bemerkt man immer, dass die peripherische Schicht an der Basis weit schmaler ist als an der peripherischen Verästelung. Die Interstitien zwischen den secundären Papillen zeichnen sich durch ihre anscheinend canalähnliche Ramification aus, während sie an der Basis grosser Papillen ganz das Aussehen eines mit einer Wandung versehenen blind endenden Canals haben. — Es lassen sich also die scheinbaren Canäle da, wo sie mit papillaren Formen zusammen vorkommen, von den Interstitien zwischen diesen sowohl ihrer äusseren Form als ihren morphologischen Verhältnissen nach nicht unterscheiden; Form und Structur bieten also keinen

Grund dar, diese ferner zu trennen, sondern sie nöthigen uns vielmehr, sie als gleiche aufzufassen und zu deuten.

Es scheint vielleicht auffallend, warum die Interstitien zwischen den secundären Papillen leichter als solche, trotz ihrer scheinbar canalartigen Ramification, erkannt werden, während die zwischen den nicht ramificirten viel eher, trotz gleicher morphologischer Verhältnisse, für Canäle mit eigener Wandung gedeutet werden. Die peripherische Schicht ist, wie erwähnt, an der Endausbreitung der ramificirten Papillen weit mächtiger, als an der Basis der Hauptpapillen und der nicht ramificirten, so dass man sie weniger leicht als Wandung des, zwischen zwei Papillen gelegenen, Spaltes auffast; dazu kommt, dass man auf einem Präparate gleichzeitig mehrere secundäre Papillen mit ihren Hauptpapillen übersieht und deshalb leicht die Abhängigkeit der Ramification in den Interstitien von den Verästelungen der Hauptpapille erkennt. Die Stämme der ramificirten Papillen und die nicht ramificirten zeichnen sich durch eine schmälere und gleich stark bleibende peripherische Schicht aus, daher werden die Interstitien zwischen ihnen weit leichter für Canäle mit eigener Wandung gehalten; dazu kommt, dass man seltener mehrere grosse nebeneinander liegende Papillen dieser Ordnung übersieht, und so erscheinen die Interstitien als Canallumina in einem streifigen Stroma, welches in Wirklichkeit der Axentheil benachbarter grosser Papillen ist.

Es sind demnach die canalartigen, scheinbar mit einer Wandung versehenen Hohlformen als Interstitien zwischen den grösseren nicht ramificirten Papillen aufzufassen.

Es bleiben nun von den Hohlformen der besprochenen Art die kreisrunden oder ovalen, scheinbar mit einer Wand versehenen übrig, die, in Gruppen gelagert, dem Anschein nach als Querschnitte von drüsenacinusähnlichen Hohlformen aufzufassen sind. Zu ihrer Erklärung verweise ich auf die neben den ramificirten canalähnlichen Interstitien der secundären Papillen vorkommenden ähnlichen acinusartigen Hohlformen. Hier war die Bedeutung der scheinbaren Canäle als Interstitien zwischen Papillen durch wiederholte Beobachtung leicht zu erkennen und es wurden diese kleinen kreisrunden Hohlformen als an ihrer Basis angeschnittene Interstitien erklärt.

Wie dort, sieht man auch hier diese drüsenacinusähnlichen Formen immer in Gruppen in der Nähe eines oder mehrerer canalähnlicher Interstitien, man sieht sie in diese an den Hohlkolbenformen übergehen und sie müssen an den grossen nicht ramificirten Papillen auf dieselbe Weise zu Stande kommen; übrigens könnten durch Verwachsen gegen einander wuchernder papillarer Auswüchse der verschiedensten Ordnung zuweilen die Interstitien selbst in Form wirklicher cylindrischer Canäle auftreten, so dass man Querschnitte von wahren Canälen erhalten würde, welche aber doch nur die Bedeutung von interpapillaren Hohlräumen hätten.

Da nun alle den Habitus von Canälen und Acinis tragenden Hohlformen auf die Interstitien zwischen den soliden Stucturformen zurückgeführt werden mussten, so haben sich demnach, um wieder, wovon wir ausgingen, zum Vergleich der Neubildung mit der normalen Drüse zurückzuführen, die Bestandtheile des normalen eigentlichen Drüsensystems, also die feineren Verzweigungen der Milchcanäle und ihre letzten Endigungen in den Drüsenacinis in den untersuchten Geschwülsten nicht erkennen lassen.

Das Stroma, in welchem die normalen Drüsenbestandtheile lagern, wurde als Bindegewebe von embryonalem Character mit regelmässig in einer hyalinen Grundsubstanz gelagerten Bindewebskörpern beschrieben; denselben Character hat auch das Grundstroma, in welchem die Höhlen mit den papillaren Wucherungen liegen; nur fehlen in ihm die elastischen Fasern, die sich im Stroma der normalen Drüse mehr peripherisch vorfinden. Die Gefässe, welche sich nur sparsam in dem Stroma der Neubildung zeigen, lassen in ihrem Bau nichts Abweicheudes erkennen. Es findet sich also in den histologischen Verhältnissen nichts besonders Verschiedenes in beiden vor.

Die Cutis, welche in beiden Fällen die Neubildung bedeckte, zeigte sich in keiner Weise verändert; sie liess noch deutlich die etwas eingezogene normale *Papilla mammae* erkennen, in welcher noch einzelne *Ductus excretorii* so erhalten waren, dass von ihnen aus die Injectionsmasse in die grossen und kleinen, mit papillaren Wucherungen erfüllten, Hohlräume eindrang.

Dass diese grossen und kleinen, von Johannes Mueller als neugebildete Cysten gedeuteten Höhlungen unter einander und mit den in der Warze enthaltenen *Ductus excretorii* in Zusammenhang stehen, hat schon die von Reinhardt und Meckel (l. c.) unternommene Einführung von Borsten, und in unserem Falle die von einem Ausführungsgange vorgenommene Injection gezeigt. Ihre glatte innere Wand ist mit einem, dem der normalen Milchcanäle gleichen, Pflasterepithelium ausgekleidet, so dass diese Höhlen als die veränderten mit den in der Warze erhaltenen normalen Ausführungsgängen zusammenhängenden, Milchcanäle aufzufassen sind.

Es finden sich also in der Neubildung von den Bestandtheilen der normalen Drüse, ausser der sie bedeckenden unveränderten Cutis, die *Papilla mammae* mit den in ihr liegenden *Ductus excretorii,* diese gehen in grosse und kleine, unter einander communicirende Höhlungen — die veränderten Milchcanäle — über, welche in einem dem der normalen Drüse ähnlichen Bindegewebs-Stroma liegen, und von deren Wandungen sich die papillaren und leistenähnlichen Excrescenzen erheben.

Die Veränderung der Milchcanäle besteht ausser ihrer mehr oder weniger bedeutenden Vergrösserung darin, dass ihre Wand von dem umgebenden Stroma sich nicht abhebt und von ihr sich jene der normalen Drüse fremden Wucherungen erheben.

Es handelt sich also jetzt darum, mit der Genesis dieser Wucherungen zugleich die der Neubildung festzustellen.

Wie weiter oben erwähnt worden ist, entstehen nach Foerster und Rokitansky diese Wucherungen durch nachträgliches Auswachsen des Stromas in die neugebildeten Drüsencanäle; im Gegensatz zu diesen Forschern gehen Meckel und Wedl *) bei der Construction der Genesis gleich Anfangs von diesen Wucherungen aus. Ihre Entstehung erklärt Meckel durch Inversion von Drüsenacinis in die Milchcanäle, welche durch Transsudation von seröser Flüssigkeit erweitert sind und so die mit papillaren Wucherungen erfüllten Höhlungen bilden, welche in die noch erhaltenen Ausführungsgänge der Warze übergehen.

Nach Wedl *) entstehen die papillaren Wucherungen durch Hypertrophie der Bindegewebs-

*) Wedl: Grundzüge der pathologischen Anatomie.

kapsel der einzelnen Acini in papillarer Form; sie wachsen durch Sprossenbildung in den Acinus weiter fort, so dass an seiner Stelle schliesslich eine papillare Wucherung vorhanden ist. Der Acinus wird, durch seröse Transsudation ausgedehnt, zur Cyste, deren Innenwand, so wie die Oberfläche der papillaren Excrescenzen, zuletzt einen epitheliumartigen Ueberzug erhalten.

Wenn wir festhalten, dass die mit den papillaren Wucherungen erfüllten Höhlungen die ursprünglichen Milchcanäle sind, von deren Wandung die Excrescenzen entspringen; wenn wir uns ferner erinnern, dass beide an der Peripherie der Geschwülste am grössten sind, nach dem Centrum zu dagegen immer kleiner angetroffen werden, so scheint es nicht zweifelhaft, dass die Wandung der Milchcanäle selbst der Boden ist, von dem aus die Wucherungen von der Peripherie nach dem Centrum zu emporwachsen und es handelt sich darum, in den Structur-Verhältnissen der normalen Milchcanäle ein Analogon für diese Wucherungen zu suchen.

Dieses Analogon für die papillaren Wucherungen scheinen die stets vorhandenen Längsleisten zu bieten, die sich in den Ausführungsgängen der normalen Drüse bis in die grösseren Milchcanäle herab erstrecken, wo sie sich allmählich verlieren, während dafür in den feineren Verästelungen zwischen dem Epithel und der elastischen Längsfaserschicht eine feingefaltete Bindegewebsschicht auftritt. Die Beschreibung der normalen Drüse hat ergeben, dass sie als ein, in einzelnen Theilen verändertes, *Integumentum commune* aufzufassen ist, dass insbesondere die Cutis mit Substrat und Epithel in die Ausführungsgänge sich fortsetzt, dass an der Uebergangsstelle die Papillen der Cutis aufhören, an ihrer Stelle etwas tiefer in der Warze die Längsleisten auftreten, welche aus Hauptleisten und auf diesen aufsitzenden secundären Leisten bestehen; sonach erscheint es den morphologischen Verhältnissen der normalen Milchcanäle nicht widersprechend, dass diese Leisten abnormer Weise weiter auswachsen, dass auf ihnen Papillen sich erheben, die durch Knospenzeugung wieder neue produciren. An vielen Stellen des Körpers sehen wir unter normalen Verhältnissen Aehnliches. Die Papillen der Cutis gehen am Nagelbett in Leisten über, die weiter hin wieder Papillen tragen. Die Dünndarmzotten, die ihrem morphologischen Verhalten nach mit Papillen übereinkommen, entwickeln sich nach Reicherts *) Untersuchungen auf und aus Leisten, es finden sich an Körperstellen Papillen, wo bei ganzen Thierclassen Leisten vorkommen, so am Gaumen der Wiederkäuer; es finden sich endlich selbst bei Neubildungen der beschriebenen Art in der weiblichen Brust neben den papillenartigen Wucherungen, wie schon Johannes Mueller gezeigt hat, andere, die in Form von mehr oder weniger regelmässig verlaufenden Leisten auftreten, von denen wieder secundäre Lamellen und Papillen auswachsen können.

Es muss somit das *Cystosarcoma mammae* als eine Veränderung der normalen weiblichen Brustdrüse aufgefasst werden, die dadurch bedingt ist, dass die *Ductus excretorii* und grossen Milchcanäle und insbesondere ihre Längsleisten durch abnormes Wachsthum sich vergrössern, dass auf ihnen, wie dieses in normalen Verhältnissen an der Cutis und auf Schleimhäu-

---

*) Reichert: das Entwickelungsleben etc. p. 234 sq.

ten vielfach vorkommt, durch Knospenzeugung papillenartige oder leistenförmige Auswüchse entstehen, welche wieder neue erzeugen, wodurch zu letzt die Wucherungen ein ramificirtes Ansehen erhalten. Dieser excessive Wachsthum- und Neubildungsprocess schreitet von den grösseren Canäleu zu den kleineren fort und atrophirt so die Bestandtheile des normalen eigentlichen Drüsenhöhlensystems. Die Interstitien zwischen den Papillen und ihren Ramificationen erscheinen als grössere mit blossem Auge zu erkennende Lücken, Spalten und als feine, nur der mikroskopischen Untersuchung zugängliche canalartige Sinuositäten, die am Grunde der Hauptpapillen den Habitus einfacher, mit besonderer Wandung versehener Canäle und Drüsenacini, zwischen den peripherischen Papillen der letzten Ordnung den eines ramificirten Drüsenhöhleusystems an sich tragen.

Erklärung der Abbildungen (Tafel II. Fig. I—IV.).

Figur I. Theil eines Querschnittes der *Papilla mammae*. Vergrösserung 1 : 20.

a. Epidermis des *Integumentum commune*.
b. *Stratum papillare* des Coriums.
c. *Stratum reticulare* des Coriums, welches in feinem, an elastischen Fasern reichen Bindegewebs-Stroma ausser Gefässen und Nerven die *Ductus excretorii* der Brustdrüse und Bündel glatter Muskelfasern enthält.
d. Lumina der querdurchschnittenen *Ductus excretorii*. Der innere Raud ihrer Wandung markirt sich durch eine zierlich wellenförmige Begrenzung, welche durch die querdurchschnittenen, auf der Innenfläche der Wandung sich erhebenden Längsleisten hervorgebracht wird.
d_I. Quergetroffene primäre Längsleisten.
d_{II}. Auf den primären aufsitzende kleinere quergetroffene secundäre Längsleisten.
e. *Stratum epitheliale* der Wandung eines quergetroffenen *Ductus excretorius*.
f. Das an elastischen Längsfaserzügen reiche Bindegewebssubstrat der Wanduug.
g. Längsgetroffene in dem *Stratum reticulare* zwischeu den *Ductus excretorii* circulär verlaufende Bündel glatter Muskelfasern.
g_I. Quergetroffene, parallel den *Ductus excretorii* in dem *Stratum reticulare* verlaufende Bündel glatter Muskelfasern.
h. Lumina von längs- oder quergetroffenen Gefässeu.

Figur II. Längsschnitt der Wandung eines *Ductus excretorius*. Vergrösserug 1 : 200.

d. Lumen eines längsgetroffenen *Ductus excretorius*.
e. Mehrfach geschichtetes Epithel des *Stratum epitheliale* seiner Wandung.
f. Substrat der Wandung mit reichlichen Längszügen elastischer Fasern.
g. Quer- und schräggetroffene Bündel glatter Muskelfasern des *Stratum reticulare* der Papilla.
h. Lumina von Gefässen, die an der Grenze des *Stratum epitheliale* und des Substrates der Wandung auftreten.

Figur III. Ein Schnitt, welcher, an einem Theile der Neubildung geführt, alle hauptsächlichen beobachteten Formen des mikroskopischen Habitus erkennen lässt. Vergrösserung 1 : 20.

A. Formen, welche den papillaren Habitus an sich tragen. Die grosse, in die Länge gezogene papillare Excrescenz, welche von dem benachbarten Grundstroma ausgeht, trägt an ihrer Peripherie wieder kleinere. Die als Grundstroma einer primären Papille bezeichnete Partie kann als Seitenast einer noch grösseren Stammpapille betrachtet werden; an mikroskopischen Bildern lässt sich der Ausgangspunkt der Verästelung nicht übersehen.

a. Der streifig erscheinende Axentheil des Substrates der Papille aus embryonalem Bindegewebe mit spindelförmigen, in einer hyalinen Grundsubstanz gelagerten Bindegewebskörperchen bestehend, welcher sich in das Bindegewebe des Grundstromas von gleicher Textur fortsetzt.

b. Die peripherische Schicht des Substrates der Papillen von körnigem, gelblich tingirtem, einem geschichteten Epithel sehr ähnlichem Ansehen, welche ebenfalls aus embryonalem Bindegewebe mit ovalen oder spitzovalen, dicht neben einander in einer hyalinen Grundsubstanz gelagerten Bindegewebskörperchen besteht.

A_1. Formen desselben Habitus; von der freien Fläche aus ist die Injectionsmasse in die Interstitien zwischen den einzelnen secundären Papillen gelangt.

B. Formen desselben Habitus, welche im Anschluss an die vorigen zeigen, wie durch die Interstitien zwischen den secundären Papillen, besonders wenn sie injicirt sind, der Anblick eines ramificirten Canalsystems hervorgebracht wird.

a. Streifiges Bindegewebe des Axentheils der Papillen, welches von L. herkommt; die Interstitien zwischen den secundären Papillen sind mit Injectionsmasse gefüllt und heben sich desshalb von dem

b. körnigen Bindegewebe der peripherischen Schicht der secundären Papillen, zwischen denen sie liegen, verzweigten Canälen ähnlich, ab.

c. Canalartige Interstitien zwischen den secundären Papillen, an deren Basis acinusartig endend.

d. Grosses, dem Hauptcanal ähnliches Interstitium, welches zwischen den, von zwei Seiten gegen einander wachsenden, Papillensystemen entsteht.

C. Formen von scheinbar areolärem Habitus, hervorgebracht durch Querschnitte der papillaren Wucherungen.

a. Streifiges Bindegewebe vom histologischen Character des den Axentheil der Papillen bildenden, die Wand der scheinbaren Areolen.

b. Körnig aussehendes Bindegewebe von dem histologischen Character des in der peripherischen Schicht der Papillen vorkommenden, der Inhalt der scheinbaren Areolen. Der Gesammtinhalt ist durch injicirte Spalten in einzelne Portionen getheilt, die im Centrum oft einen hellen Kern hyalinen streifigen Bindegewebes von dem Character des Centraltheils der Papillen haben. Die einzelnen, durch Spalten getrennten Portionen des körnigen embryonalen Bindegewebes und ihre hellen Centra entsprechen der peripherischen Schicht und dem Axentheil quergetroffener benachbarter papillarer Excrescenzen.

D. Hohlformen, welche zwar ohne Ramification auftreten, aber durch eine, das Lumen begrenzende, scheinbar besondere, sich von der Umgebung abhebende Wandung den Habitus von Drüsencanälen und Drüsenacinis erhalten.

a. Streifiges, embryonales Bindegewebe; das Stroma, in welchem diese scheinbaren Canalformen liegen.

b. Die das Aussehen eines geschichteten Epithels darbietende, aus embryonalem körnigem Bindegewebe bestehende Schicht, welche die scheinbare Wandung dieser für neugebildete Drüsenelemente gehaltenen Hohlformen bildet.

c. Lumina dieser Hohlformen, welche als sinuöse Interstitien zwischen benachbarten Hauptpapillen in ähnlicher Weise zu deuten sind wie die (B. c.) injicirten Interstitien zwischen den secundären.

Figur IV. Schnitt, welcher einige benachbarte Papillen, die einen parallel der Längsaxe, die andern quer getroffen hat. Vergrösserung 1 : 200.

A. Substrat der Papillen, bestehend aus:

a. dem Axentheil: Bindegewebe mit hyaliner Grundsubstanz und in ihr in grösseren Zwischenräumen gelagerten spindelförmigen Bindegewebskörperchen, welche durch ihre, der Längsrichtung der Papillen parallele, Lagerung, an dickeren Schnitten besonders, das streifige Aussehen bedingen;

b. der peripherischen Schicht, welche aus embryonalem Bindegewebe mit hyaliner Grundsubstanz und in ihr näher an einander gelagerten elliptischen Bindegewebskörperchen besteht. An dickeren Schnitten erkennt man wegen der dichten Lagerung der Bindegewebskörperchen die zwischen ihnen befindliche Grundsubstanz nicht, und die peripherische Schicht gewinnt desshalb das Aussehen eines geschichteten Epithels.

B. Epithel der Papillen von dem Character eines einfachen Pflasterepithels.

Beiträge zur Morphologie des Auges

von

Dr. R. Löwig.

(Mit Tafel III. und IV.)

Im physiologischen Institut zu Breslau wurde vor einiger Zeit durch Herrn Professor Reichert der Durchschnitt eines in Chromsäure erhärteten Auges vom neugeborenen Kinde angefertigt, welcher nicht nur die einzelnen Bestandtheile der accessorischen Organe und deren Lagenverhältniss zu einander und zum Augapfel mit besonderer Klarheit und Schärfe hervortreten liess, sondern auch die den Augapfel selbst zusammensetzenden Theile in wenig veränderter Gestalt und Lage wiedergab. — Es zeigte sich nämlich nicht nur an den Häuten des Augapfels keine Spur von Zerrung oder Schrumpfung in Folge des Einwirkens und Eindringens der Säure, oder der Durchführung des Messers; sondern es war sogar der Glaskörper durch die Säure zu jenem Grade der Erhärtung gelangt, die eine Durchschneidung desselben ohne Losreissen von der Umgebung möglich machte. Ebenso war die Linse vollkommen in ihrer Lage erhalten, ringsherum von der Kapsel eingeschlossen und mit *Zonula Zinnii*, so wie mit der *Membrana limitans* verbunden, und selbst die vordere Augenkammer war durch Flüssigkeit angefüllt und normal angespannt.

Da fast alle über die Verhältnisse des Auges in Toto bisher veröffentlichten Abbildungen mehr oder weniger schematische Darstellungen desselben sind und auf anatomisch genaue Wiedergabe der Theile im Einzelnen sowohl, als in Bezug auf ihre gegenseitige Lage und Verbindung nur geringen, wo nicht öfters gar keinen Anspruch machen dürfen, da ferner auch unter einer zahlreichen Menge von andern in ganz gleicher Weise, wie oben, dargestellten Augen die Durschschnitte sich niemals wieder ebenso vollkommen erwiesen, sondern stets bald hier, bald da an Mängeln litten, so erschien es wünschenswerth, den aufbewahrten Querschnitt zur Herstellung eines naturgetreuen Durchschnittes vom Augapfel im Zusammenhang mit den ihn umgebenden und zu ihm zu rechnenden accessorischen Organen zu benutzen.

Aufgefordert von Herrn Professor Reichert, der mir diesen Durchschnitt, so wie die erste von demselben entworfene Abbildung gütigst überliess, die Ausführung und Veröffentlichung einer

solchen Abbildung zu unternehmen, bemühete ich mich, durch sorgfältige Revision und Vergleichung des zur Grundlage dienenden Präparates mit zahlreichen andern, sowohl frischen, als auch durch Säuren oder durch Kochen und Trocknen erhärteten Augen, möglichst genau den wirklichen und naturgemässen Sachverhalt wieder zu geben. — Indem ich nunmehr die vorliegende Abbildung als das Resultat meiner Untersuchung veröffentliche, werde ich daran eine genauere Beschreibung derjenigen Partien anknüpfen, die ich dabei einer specielleren mikroskopischen Untersuchung unterworfen habe. Es betrifft diese die trotz langer Controversen immer noch nicht mit genügender Klarheit erkannten Verbindungsstellen der Hauptheile des Bulbus unter einander und mit den angrenzenden Partien, d. h. namentlich die Vereinigung der *Conjunctiva bulbi* mit der der Augenlider und der gemeinsamen Scheide des Bulbus einerseits, so wie mit der der Cornea, Sclerotica andererseits; ferner die Verbindung der Cornea mit Sclerotica, Chorioidea und Iris, die Insertion der Sehnen der Augenmuskeln an die Sclerotica und endlich die Insertion der Scheide des *Nervus opticus* an die häutige Kapsel des Bulbus. — Wie verschieden und wie unbestimmt die Ansichten über die angeführten Punkte noch bis auf den heutigen Tag sind, wird am besten erhellen, wenn wir mit wenigen Worten die Haupt-Ansichten neben einander stellen, die seit Anfang dieses Jahrhunderts über sie aufgestellt worden sind.

Während man, um zunächst den Zusammenhang zwischen Opticus und Bulbus zu betrachten, noch zu Ende des vorigen Jahrhunderts beide als gesonderte und gewissermassen nur durch Verklebung aneinander haftende Gebilde betrachtete, nimmt Hildebrandt *) einen durch Substanzverbindung vermittelten Zusammenhang beider an. Er fasst die Sclerotica als eine Fortsetzung der beiden Scheiden des Opticus so auf, dass die äussere oder fibröse Scheide sich in die eigentliche Sclerotica fortsetze, die innere aber nach ihrem Durchtritt durch die *Lamina cribrosa*, welche als selbstständige weder dem Nerven noch der Sclerotica angehörende Platte aufgefasst wird, von den Nervenbündeln des Opticus sich trennen und als *Lamina fusca sceleroticae* an der inneren Oberfläche dieser sich nach vorn hin ausbreiten soll. Gegen diese Ansicht sprachen sich jedoch die meisten Anatomen jener Zeit aus, indem sie behaupteten, dass die Sclerotica wegen der bedeutenden Dicke, die sie an der Insertionsstelle zeigt, nicht wohl als eine Fortsetzung der dünneren Scheide aufgefasst werden könne. Ausserdem hoben sie hervor, dass man im Stande sei, beide Theile durch Maceration und Kochen von einander zu trennen. — Erst Arnold **) spricht sich wieder entschieden für den directen Fortsatz der Sehnervenscheide in die Sclerotica aus. Er erklärt die Sclerotica als die Ausbreitung des den Nerven als Scheide umgebenden Fortsatzes der *Dura mater cerebralis*, ähnlich wie die *Tunica retina* als Ausbreitung des Nerven selbst. — Der Verfasser fügt ferner hinzu, die grössere Dicke der Sclerotica könne nicht als ein Beweis gegen seine Ansicht aufgestellt werden, da ja die *Dura mater* selbst an verschiedenen Stellen nicht gleich dick sei, und die mehr oder minder starke Entwickelung irgend eines Theiles im Organismus sich nur nach dem localen Zwecke,

*) Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 1803. Bd. III. p. 64 f.

**) Untersuchungen über das Auge des Menschen, 1832.

den dieser zu erfüllen habe, richte. Nach ihm steht aber nur die äussere fibröse Scheide mit der Sclera in Zusammenhang, die innere dagegen hört an der Oeffnung der Sclerotica plötzlich auf und bildet auf diese Weise die *Lamina cribrosa*, so dass diese nach ihm nicht mehr als selbstständiges Gebilde, aber auch nicht als Theil der Sclera anzusehen sei. Ganz in ähnlicher Weise erklärt auch Valentin*) den Zusammenhang beider Theile, indem er ebenfalls die äussere Scheide mit der Sclera zusammentreten, die innere oder neurilemmatische aber durch Aufhören die *Lamina cribrosa* bilden lässt. Diese Ansicht hat sich noch bis auf unsere Tage erhalten, so dass Arnold noch in seiner Anatomie**) seine zuerst ausgesprochene Ansicht wiederholt, dabei aber den Zusammenhang der inneren Scheide mit der Chorioidea und Sclerotica als zweifelhaft hinstellt, während Andere, wie Koelliker***), diesen Punkt ganz unberührt lassen. — Einige neuere Ansichten werden später erwähnt werden.

Nicht weniger verschieden und unbestimmt sind ferner die Anschauungen über den Zusammenhang der Cornea mit der Sclerotica und den anliegenden Theilen. Gegen die bis dahin geltend gemachte Ansicht, dass erstere in die Sclerotica einfach blos eingefalzt und gewissermassen mit ihr nur verklebt sei, erklärte sich schon Hildebrandt****), indem er eine durch Substanzvereinigung beider bewirkte gegenseitige Befestigung annahm, ohne sich jedoch über die Art und Weise, wie er sich diese Verbindung dachte, genauer auszusprechen. Auch er betrachtete beide Membranen als zwei einander fremdartige Gebilde, die hier durch einfaches Aneinanderlagern in gegenseitige Berührung treten.

Der histologische, scheinbar bedeutende Unterschied beider Membranen war es, der die meisten Anatomen davon abhielt, die eine oder die andere als eine Fortsetzung der andern aufzufassen. Erst Arnold †) erklärte sich 1832 zum ersten Male für den directen Fortsatz der Sclerotica in die Cornea, indem er annahm, dass die Gewebselemente der Sclera mit Umänderung ihres histologischen Characters direct in diejenigen der Cornea sich fortpflanzen. — Aehnlich, aber mit dem Unterschiede, dass diese Umänderung des Characters von beiden Membranen ausgehen, also die Vereinigung beider durch gegenseitige Accomodation zu Stande kommen soll, sprach sich auch schon Reichert in seiner Arbeit über das Bindegewebe aus ††), indem er diese Art des Zusammenhanges ebenfalls als einen Beleg für die Verwandtschaft beider Gebilde nach dem von ihm aufgestellten Gesetze der Continuität anführte. — In entgegengesetztem Sinne sprach sich Valentin †††) über die Art der Vereinigung aus. Nach ihm sollen sowohl die Fasern der Sclera wie der Cornea an ihren gegen einanderliegenden Enden sich in Schlingen umbiegen, und durch gegenseitiges Ineinandergreifen dieser eine nathartige Verbindung eingehen. Gegen diese Ansicht sprechen sich jedoch alle Ana-

*) Repertorium der Physiologie, Bd. I. p. 162 f.
**) Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 1852. B. II. 2. p. 1002 etc.
***) Mikroskopische Anatomie, 1854. Bd. II. p. 606 f.
****) A. a. O.
†) Ueber das Auge a. a. O.
††) Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung im Allgemeinen u. s. w. 1845.
†††) Repert. d. Physiol. Bd. II. 1837. p. 162 u. s. w.

tomen in gleicher Weise aus, da es keinem weiter gelingen wollte, eine derartige Umbiegung der Fasern zu beobachten. Gegenwärtig nehmen die Meisten eine directe Fortsetzung der Cornea in die Sclerotica in der Art an, dass sie die Fasern dieser direct in diejenigen der Cornea übergehen lassen.

Was den Zusammenhang der Cornea mit der *Conjunctiva bulbi* anlangt, so ist auch dieser nicht minder Gegenstand der Controverse. Während die älteren Anatomen die Conjunctiva sich in Toto auf die Cornea fortsetzen liessen, wie HILDEBRANDT *), und sogar VALENTIN ausser dem bindegewebigen Substrat selbst noch eine wirkliche Warzenschicht unter dem Epithelium beobachtet haben wollte, nahmen Andere an, dass sich nur das Epithelium der Conjunctiva auf die Cornea ausbreite, die Bindegewebsschicht derselben dagegen am Rande der Cornea aufhöre; noch Andere **) endlich betrachten die von REICHERT und BOWMAN zuerst beobachtete vordere elastische Grenzlamelle als die dem Substrat der *Conjunctiva scleroticae* entsprechende Partie der *Conjunctiva corneae*.

Aus dem eben Gesagten erhellt zugleich, dass man sich, wie bei der Beschreibung der übrigen Organe und Bestandtheile des Organismus, so auch bei der Erklärung der Verhältnisse dieser Theile immer von dem Grundgedanken leiten liess, der eine dieser Theile sei als eine Fortsetzung des andern aufzufassen, oder vielmehr der eine sei aus dem andern durch Weiterwachsen gewissermassen hervorgegangen. Ehe ich daher zur Beschreibung der von mir beobachteten Theile übergebe, sehe ich mich genöthigt, um nicht missverstanden zu werden, vorher meine Ansicht über die Art und Weise, wie diese morphologischen Verbindungen aufzufassen und dem entsprechend, wo möglich, zu behandeln und zu beschreiben sind, hier näher auseinander zu setzen. Wie sehr der angeführte Hintergedanke bei den anatomischen Beschreibungen unterlief, erhellt, abgesehen von der Annahme einer Fortsetzung der Sclera in die Cornea, eines Auslaufens der Sehnen der Muskeln in die Sclera etc., auch daraus, dass man, um nicht vom Auge allein zu sprechen, die Darmschleimhaut in die äussere Haut, oder umgekehrt, die Gefässe in ihre Zweige und Capillaren sich fortsetzen lässt, ja sogar, dass man sich gestritten hat, ob das Gehirn aus dem Rückenmark, oder umgekehrt, dieses aus jenem hervorgewachsen sei.

Aus der Entwickelungsgeschichte lässt sich nun aber bei den meisten Verbindungsverhältnissen der verschiedenen Bestandtheile unseres Körpers nachweisen, dass die betreffenden Theile ihre eigene Bildungsstätte und ihr eigenes Bildungsmaterial besitzen, dass also in Wahrheit von einem Hervorwachsen des einen Theiles in den andern nicht die Rede sein könne. Selbst in Fällen, wo, um ein Beispiel aus dem Auge selbst anzuführen, wie beim Hervorwachsen der Retinablasen aus der Centralnervenhöhle des Gehirns, der ganze Hergang der Bildung für diese Auffassungsweise zu sprechen scheint, ist in Wahrheit die Sache nicht so aufzufassen. Die Retinablasen sind ursprünglich ein Theil desjenigen Abschnittes des Centralnervenrohres, aus welchem auch alle übrigen Abtheilungen des Gehirnes sich entwickeln. Der bezeichnete Abschnitt des Centralnervenrohres

*) A. a. O.

**) KOELLIKER, mikroskop. Anatomie, 1854. Bd. II. 2. Hälfte p. 610 u. s. w.

bildet für sie alle den gemeinschaftlichen Mutterboden, aus welchem durch Differenzirung die einzelnen Bestandtheile hervorgehen und sich nachher bei der Entwickelung in ihrer Eigenthümlichkeit gestalten, wie hier derjenige, der zur Retinablase wird. Ihrem Ursprunge aus einer gemeinschaftlichen Anlage gemäss bewahren sie aber immer noch eine innige gemeinschaftliche Verbindung unter einander. Man darf also nicht sagen, dass der eine oder der andere dieser Bestandtheile aus diesem oder jenem hervorgewachsen sei.

Wie verschieden auch die Ansichten über den Hergang der Bildung eines Thieres aus dem Keime oder vielmehr aus dem durch den Furchungsprocess in einen Haufen von Zellen umgewandelten Bildungsdotter sein mögen, darüber ist man doch einig, dass schliesslich durch Sonderung eine Summe von Anlagen für die Primitivorgane des Körpers hervortreten, und dass in diesen Anlagen weiterhin wieder Sonderungen für die in die Structur der Primitivorgane eingehenden Bestandtheile wahrgenommen werden. Die durch die Sonderung in dem Bildungsmateriale gegebenen Anlagen zeigen anfangs ebenso wenig innige Verbindungen, wie scharfe Trennungen. Wegen ihrer Gleichartigkeit ist es vielmehr fast immer erst der verschiedene Bildungsgang dieses oder jenes Theiles im Bildungsmaterial, welcher uns auf den stattgefundenen Sonderungsact und auf die Anwesenheit verschiedener Anlagen aufmerksam macht. Die in dem System unseres Organismus begründete innige Verkettung und Verbindung der Glieder tritt, wie wir schon angedeutet haben, erst im weitern Verlaufe der Entwickelung morphologisch deutlich hervor, und man beobachtet alsdann, dass an der Berührungs- oder auch blos Abgrenzungsstelle zweier Bestandtheile, sowohl in den Structur- als Texturverhältnissen eine gegenseitige Accomodation und Ausgleichung der Differenzen, ja nach den stattfindenden Umständen eine continuirliche Verbindung eintritt. Ein Blick auf die Organisationsverhältnisse in der Verbindungsstelle des Darmsystems mit dem Wirbelsysteme einerseits und mit dem Hautsysteme andererseits in der Mundhöhle sowohl wie am After, so wie auf die continuirliche Verbindung zwischen allen Gefässen und allen Nerven, zwischen Knochen und Sehnen der Muskeln u. s. w. wird das Gesagte erläutern. Unter den Formelementen sind, wie schon angegeben, diese continuirlichen Verbindungen unter den verschiedenen Bindesubstanzgebilden von Reichert besonders hervorgehoben und nach seinem sogenannten Continuitätsgesetze die verwandtschaftliche Gruppe derselben zusammen gestellt worden, da eine so innige continuirliche Verbindung nicht anders denkbar ist, als auf dem Wege eines ihnen allen gemeinschaftlichen histologischen Bildungsgesetzes. Die Ausgleichung der morphologischen Verhältnisse jedoch bezieht sich blos und allein auf die Stelle der Vereinigung der eben zusammentretenden Formbestandtheile. Diesseits und jenseits derselben behalten die Bestandtheile ihren ihnen eigenthümlichen Character bei, und sind daher für sich nach ihrer Eigenthümlichkeit in Bezug auf Structur und Textur zu würdigen, und nicht mit Rücksicht auf den mit ihnen verbundenen Bestandtheil, wie es gar zu leicht geschieht, wenn man den einen als Fortsetzung vom andern betrachtet. Um ein Beispiel hervorzuheben, muss also die Cornea für sich und nicht mit Rücksicht auf die Sclerotica betrachtet und untersucht werden, und dann erst die Art und Weise beschrieben werden, nach welcher die Ausgleichung beider nach den morphologischen Verhältnissen stattfindet.

Für die Beurtheilung der morphologischen Sonderungsverhältnisse am Auge erlaube ich mir hervorzuheben, dass, nach den Ergebnissen der Entwickelungsgeschichte, drei Primitivorgane am Aufbaue desselben participiren: das Centralnerven-, das Wirbel- und das Hautsystem.

Das Centralnervensystem ist vertreten in der Retina und wahrscheinlich auch in der Uvea; wenigstens doch hinsichtlich der Chorioidea, da in Betreff der Iris noch Controversen bestehen. Das Wirbelsystem nimmt am Aufbau der Periorbita und an den in derselben um den Bulbus gelegenen accessorischen Organen, den Muskeln und der *Capsula Tenoni* u. s. w., desgleichen an der Scheide des Opticus, der Albuginea und Cornea, endlich auch an den Augenlidern, wahrscheinlich aber nicht an der Thränendrüse Theil. Das Hautsystem finden wir wieder in der Haut der Lider, deren Drüsen und im Tarsus, in der *Conj. palpebr. et bulbi* und endlich auch in der Linse und dem Glaskörper.

Eine genaue anatomische Beschreibung des Auges mit den angedeuteten morphologischen Sonderungsverhältnissen hat ihre grossen Schwierigkeiten, da die Anatomie in ihren technischen Ausdrücken mehr ausgebildet ist für die Vorstellung, dass ein Theil in den andern sich fortsetzt, als für die isolirte Beschreibung der einzelnen besondern Bestandtheile und die nachträgliche Aufnahme der Verbindungsverhältnisse. Wenn ich daher nicht im Stande gewesen bin, diese Schwierigkeiten in allen Fällen zu überwinden, so muss ich den Leser bitten, die dort gebrauchten Ausdrücke nur als Nothbehelf, nicht als das wirkliche Sachverhältniss bezeichnend anzusehen.

Die Sclerotica.

Das Gewebe der Sclerotica besteht, was die mikroskopische Structur und Textur desselben anbetrifft, aus elastischem reifem oder geformtem Bindegewebe; die elastischen Fasernetze sind besonders zahlreich in der gegen die Höhle des *Bulbus oculi* gewendeten Partie der Sclera. Dieses elastische Bindegewebe bildet, in starke feste Bündel oder Stränge vereinigt, ein Netzwerk, dessen Fasern in zwei, auf folgende Weise sich kreuzenden Richtungen verlaufen. Von der Insertion des Opticus an zieht sich nämlich eine Menge von sogenannten Bündeln dieses Gewebes, nach allen Seiten auseinandergehend, jedoch durch zahlreiche Anastomosen unter sich zusammenhängend und dadurch ein Maschenwerk bildend, durch die Sclera in der Richtung der Meridiane des Augapfels hindurch. Sie laufen in nahe zu paralleler Richtung, aber ohne sich in deutliche Schichten abzugrenzen, bis zur Vereinigung mit der Cornea, um dort, wie wir noch sehen werden, direct in die Gewebselemente dieser überzugehen. Zwischen diese Fasern eingeschoben oder vielmehr mit ihnen verflochten, läuft rings um den Augapfel herum ein zweites, aus den nämlichen Gewebselementen bestehendes Maschenwerk, dessen Richtung parallel mit dem Aequator verläuft, so dass also die Sclera im Ganzen aus zwei, sich in senkrechter Richtung durchkreuzenden Fasernetzen zusammengesetzt ist.

Von der Richtigkeit dieser Ansicht kann man sich bei einiger Vorsicht leicht überzeugen, wenn man entweder in einer durch den Aequator, oder doch mit diesem parallel verlaufenden, oder

in einer durch einen Meridian gelegten Ebene die Schnitte führt. Man erhält alsdann in beiden Fällen ganz übereinstimmende Bilder von dem Maschenwerk der Sclerafasern. An jedem, auf die bezeichnete Weise gefertigten, Durchschnitte erscheint ein System von in gleicher Richtung verlaufenden langgestreckten und parallel gestreiften Fasern, die unter sich mannigfach anastomosiren und eine Menge von Maschen zwischen sich lassen, in denen deutlich die Querschnitte der Stränge des zweiten, unter einem rechten Winkel mit dem ersteren sich kreuzenden, Fasernetzes eingeschoben sind. (Vergl. Tab. IV. Fig. 2. m. n). Stellt man sich hierauf eine Reihe von Präparaten dar, deren Schnitt-Ebenen so durch das Gewebe der Sclera geführt sind, dass man z. B., von der Meridian-Ebene ausgehend, allmählich zur Aequator-Ebene vorschreitet, so sieht man die zuerst parallel getroffenen Fasern allmählich an Länge abnehmen, die bisherigen Querschnitte länger werden, nach und nach jenen an Länge gleich kommen, und an einer gewissen Stelle ein Bild hervortreten, das aus fast gleich langen und mikroskopisch sich gleich verhaltenden Fasern zusammengesetzt ist. Ueber diese Ebene hinaus wiederholt sich das vorhin beschriebene Bild in umgekehrter Ordnung, und wenn man zuletzt bis zu der, zur Ausgangs-Ebene senkrecht stehenden, Schnitt-Ebene gelangt ist, sind die Längsfasern jenes zu Querschnitten und umgekehrt die Querschnitte zu parallel getroffenen Fasern geworden. Man sieht also deutlich, dass die beiden sich kreuzenden Netze ihre Fasern unter rechten Winkeln durcheinander schieben. Wegen der zahlreichen Anastomosen, welche die Fasern der einzelnen Netze unter sich eingehen und wodurch diese einen mehr wellenförmigen Verlauf annehmen, werden aber immer die Fasern des einen Netzes über diejenigen des andern an Länge überwiegen und man wird daher nie einen vollständig in der Mitte stehenden Durchschnitt erhalten können. Einen wirklichen spiraligen Verlauf der Fasern, wie ihn Valentin beschrieben hat, konnte ich weder bei den getrockneten, noch in anderer Weise behandelten und sorgfältig auseinander gerissenen Präparaten entdecken; sie stellen sich vielmehr immer unregelmässig, wellenförmig gebogen dar, was natürlich durch die Anastomosen, die sie unter sich eingehen, ohnehin erklärlich ist.

Bei Anfertigung der Schnittchen ist darauf zu achten, dass man so wenig als möglich geschrumpfte Präparate auswählt, am Besten solche, die langsam getrocknet wurden und noch nicht zu spröde geworden sind. Desgleichen muss man bei Herstellung eines Schnittchens aus der Aequator- oder Meridian-Ebene es vermeiden, dasselbe aus einer Gegend zu nehmen, wo sich die Muskeln inseriren, da hier die in der Richtung der Sehne verlaufenden Stränge des Fasernetzes überwiegen.

An der innern Fläche der Sclerotica, in der Nähe der Vereinigungsstelle derselben mit der Cornea, sieht man in ihrer ganzen Ausdehnung einen Canal herumgehen, den sogenannten *Canalis Schlemmii* (Fig. 2. O.), dessen Wandungen nach allen Seiten stets von dem Gewebe der Sclera gebildet werden und nicht, wie man bisher annahm, an der innern Seite durch die sich hier inserirende Sehne des *Musculus tensor chorioideae*. Er stellt mithin einen wirklichen Canal, nicht blos einen in die Sclera eingesenkten Falz oder Rinne dar; seine Lage gegen die Innenfläche ist aber nicht immer genau dieselbe, und die innere Wand wird daher bald von einer dickeren, bald von einer ganz dünnen Schicht Sclerafasern gebildet. Man kann sich von der Richtigkeit des Gesagten

einmal schon durch die verschiedene Färbung, welche die Innenwand bei stärkererDicke zeigt, überzeugen, indem man dann immer eine mehr gelbliche, äussere, nach der Höhle des Canals selbst gelegene, und eine innere, weniger gefärbte Partie unterscheiden kann, dann aber, selbst bei dünner Innenwand, durch den Umstand, dass durch vorsichtiges Lospräpariren des *Musculus tensor chorioideae* oder beim Abreissen desselben gegen die *Tunica Descemetii* hin, immer nur ein Theil, nie die ganze Innenwand losreisst.

Der *Canalis Schlemmii* stellt einen venösen Sinus dar, welcher zur Vereinigung der aus den umliegenden Theilen stammenden Gefässe bestimmt ist, und, wie man durch Injection nachgewiesen hat, mit den aus der Iris herkommenden Gefässen in directem Zusammenhange steht. Ohne Zweifel nimmt er auch Gefässe aus der Sclera auf, da die Injection desselben leicht von der *Vena frontalis* aus gelingt, und da man fast stets, wie auch bei unserer Figur (Tab. III. e.) hellere, venösen Gefässen ähnliche Streifen von der Sclera her gegen ihn hinziehen und in ihn einmünden sieht. Die einzelnen Häute oder Schichten eines Gefässes sind an dem *Canalis Schlemmii* nicht nachzuweisen. Doch kann dieser Umstand nicht gegen die Deutung, dass derselbe ein Gefäss sei, geltend gemacht werden. Eine Adventitia fehlt jedenfalls. Was die Intima betrifft, so ist auch sie nicht deutlich zu unterscheiden. Allein auch bei stärkeren Gefässen treten die einzelnen Lamellen der Intima selbst an den feinsten Schnitten nur selten hervor; es könnte also eine Lamelle von den gestreiften Häuten derselben als Repräsentant der Intima mit Epithelium immer noch vorhanden sein.

Vereinigung der Sclerotica mit der Scheide des Nervus opticus.

(Taf. III. Fig. 1. h. Taf. IV. Fig. 3.)

Der *Nervus opticus*, dessen Bündel in ein Stroma von lockerem Bindegewebe vollkommen eingebettet sind, ist bei seinem Austritt aus der Schädelhöhle von einer, gleichsam als Fortsatz der harten Hirnhaut anzusehenden Scheide umgeben, welche ihn während seines Durchgangs durch das *Foramen opticum* begleitet, mit den als *Periorbita*, Fettkapsel und Tenonsche Kapsel bezeichneten Gebilden zusammenhängt und mit ihm in den Augapfel selbst eintritt. Während die lockeren, nach Aussen gelegenen Stränge und Bindegewebslamellen dieser Scheide unter allmählicher Entfernung von der, dem Verlaufe der Nerven parallelen, Richtung sich scheinbar von ihr ablösen, behalten ihre inneren Stränge diesen Verlauf bei und sind als eigentliche Sehnervenscheide aufzufassen. Nach Innen stehen dieselben mit dem Bindegewebe des Stroma des Nerven zwar in lockerer, durch Gefässe vermittelter Verbindung, allein nirgends sieht man die Stränge, wie an der äusseren Seite, sich von ihrer bisherigen Richtung entfernen; es erscheint daher überall die Scheide als eine selbstständige, sich stets scharf abgrenzende Hülle, welche bis in die Sclerotica selbst verfolgt werden kann.

Das Stroma des Nerven, welches aus einem lockeren, ebenfalls gestreiften Bindegewebe besteht, dessen Züge mit der Richtung des Nerven selbst parallel laufen, umgiebt die Nervenbündel

gleichmässig von allen Seiten. Es liegt daher auch eine Schicht desselben zwischen diesen und der eigentlichen Scheide, und dadurch wird jener helle, bei Quer- und Längsschnitten zu beobachtende Saum hervorgebracht, der den eigentlichen Nerven innerhalb der Scheide umgiebt, und welcher in letzter Zeit DONDERS veranlasst hat, eine zweite oder innere besondere Scheide des Nerven anzunehmen, welche, wie er angiebt, zwischen die Bündel des Nerven nach Innen Fortsätze hineinsende. Aus der Richtung der Fasern des ganzen hierher gehörigen Gewebes sieht man jedoch deutlich, dass es blos das Bindegewebsstroma der Nervenbündel darstellt, und selbst an den feinsten Durchschnitten zeigen sich auch hier nirgends Fasern, die, von der allgemeinen Richtung nach innen abbiegend, zwischen die einzelnen Bündel des Nerven sich einschöben.

Indem nun der Opticus mit seiner Scheide in die Sclerotica ein und durch sie hindurch tritt, geht er in folgender Weise mit ihrem Gewebe Verbindungen ein.

Fast durchgängig zeigt sich an Durchschnittchen in Chromsäure erhärteter Augen von Menschen und Thieren zu beiden Seiten der Durchschnittsstelle des Nerven eine Trennung in dem Gewebe der Sclera in zwei Schichten, deren äussere ungefähr ⅔ der ganzen Dicke beträgt (Taf. IV. Fig. 3. c.). Die Abgrenzung ist oft eine ziemliche Strecke durch die Sclera zu verfolgen, besonders, wenn sich die innere Schicht durch dunklere Pigmentirung noch besonders auszeichnet, was namentlich häufig bei Augen von Rindern stattfindet. Bis zu dieser Stelle zeigt der Durchschnitt des Nerven noch immer dieselbe Breite und die gleiche, bei durchfallendem Licht dunklere, bei auffallendem weisse Färbung, die ihn während seines bisherigen Verlaufes auszeichnet. Von da an nimmt er allmählich an Breite, also der Nerv selbst an Dicke ab, verjüngt sich und stellt einen stumpfen, in die Sclera eingesenkten Conus dar, der bei durchfallendem Lichte von den hinter ihm gelegenen Theilen sich durch hellere Färbung unterscheidet. Der Umstand, dass an Durchschnitten solcher Präparate bis zu der bezeichneten Grenze, der Nerv selbst sich lostrennt, oder doch leicht sich entfernen lässt, weiset darauf hin, dass der eigentliche Opticus mit der hinteren Schicht der Sclera keine Verbindung eingehe, sondern nur mit dem vorderen Dritttheile derselben zusammenhänge und die Vereinigung mit jenem Theile einzig und allein nur durch seine Scheide bewirkt werde. Dies Verhalten liess mir die Richtigkeit der von KOELLIKER und MUELLER gegebenen Darstellung (WAGNER-ECKER's *Icones physiologicae* Lief. III. Taf. 19. Fig. 8), über die morphologischen Verhältnisse des Opticus und seiner Scheide beim Durchschnitt durch die Sclera zweifelhaft erscheinen.

Da sich jedoch an den in Chromsäure erhärteten Präparaten auch nach Behandlung derselben mit verdünnter Schwefel- oder Essigsäure, wegen der leichten Brüchigkeit keine gehörig durchsichtigen Durchschnitte darstellen liessen, so wurden die zur weiteren Untersuchung benützten Präparate in der Art dargestellt, dass man frisch erhaltene menschliche oder Rindsaugen, in der Aequatorial-Ebene, ohne den Glaskörper vollständig zu entfernen, durchschnitten, allmählich an der Sonne trocknen liess. Nach Verlauf von 24 Stunden waren die Augen dann gewöhnlich schon so weit getrocknet, dass die Sclera mit einem scharfen Scalpell leicht zu feinen Schnittchen verarbeitet werden konnte. Das Präparat wurde nun durch die Mitte des Opticus gespalten, und, um auch aus der noch

weichen Nervenmasse feine Durchschnitte zu erhalten, nochmals einige Stunden in die Sonne gelegt. Nunmehr liessen sich durch vorsichtiges Schneiden von der Innenfläche sehr leicht eine Reihe von dünnen Schnittchen darstellen, die bei mikroskopischer Betrachtung frei von jeder Zerrung erschienen. Die Abgrenzung, welche an den, in Chromsäure erhärteten, Augen im Gewebe der Sclera zu beobachten war, trat jetzt zwar nur bei wenigen der so erhaltenen Durchschnitte, und auch dann gewöhnlich blos an der einen oder andern Seite der Insertionsstelle der Nerven hervor. Der Nerv zeigte sich aber auch hier am inneren Dritttheile der Scheide mit den äusseren Schichten der Sclera fester vereinigt und die genauere Untersuchung stellte die Richtigkeit der oben ausgesprochenen Vermuthung bald vollkommen fest. Man sieht nämlich zunächst die Lamellen und Bündel der Scheide an der Insertionsstelle des Nerven nach und nach von ihrer Richtung abweichen, und unter erst stumpfen, dann immer spitzer werdenden Winkeln mit den meridian verlaufenden Zügen der äusseren Schichten der Sclerotica sich vereinigen, indess an der oben bezeichneten Grenze (Fig. 3. c.) alle ihr angehörenden Lamellen und Bündel unter fast rechten Winkeln in die Vereinigung mit der dickern äusseren Schicht der Sclerotica eingegangen und dabei verbraucht sind, oder, wie man zu sagen pflegt, sämmtlich in die Sclerotica sich fortgesetzt haben.

Der Nerv selbst mit seinem Neurilemma dagegen bleibt bis zu dieser Stelle in seiner Dicke ganz unverändert; kein Theilchen seines Bindegewebsstroma hat sich bis dahin mit der Sclera verbunden. Dann aber nimmt er bis zu seiner Insertion in die Retina allmählich an Dicke ab, sich gleichsam zuspitzend, indem gleichen Schrittes mit dieser Volumsabnahme einzelne Lamellen und Bündel seines Stroma unter einem fast rechten Winkel mit den Lamellen und Bündeln des meridianverlaufenden Fasernetzes des inneren Dritttheiles der Sclerotica sich in Verbindung setzen, resp. in sie übergehen. Bei dieser Vereinigung des Bindegewebsstroma des eigentlichen Neurilemma des Nerven mit der Sclerotica werden jedoch nicht alle Fascikel desselben verbraucht, sondern der Nerv führt bei seinem Eintritt in die Retina noch immer Theile desselben mit sich, obgleich selbst noch dünne Lamellen zur Verbindung mit der Chorioidea abgegeben werden. Durch den Verlust gewissermassen seiner Bindegewebsmassen, noch mehr aber durch das Hinschwinden des Nervenmarkes in den Nervenfasern, nimmt der *Nervus opticus* neben seiner morphologischen Veränderung zugleich auch eine andere Färbung an, wird mehr durchscheinend und durchsichtig bei durchfallendem, und von graulichem Ansehen bei auffallendem Lichte.

Die mit der Sclerotica zusammenhängenden Fascikel des Neurilemma sind es mithin auch, die ganz allein an der Bildung der *Lamina cribrosa* Theil haben; die eigentliche Scheide geht in dieselbe gar nicht ein. Die stumpfe Endigung des hellen, zwischen Nerv und Scheide gelegenen, Saumes des Neurilemma, den Donders als das abgestumpfte Ende der inneren Scheide betrachtet, ist an jedem hinreichend dünnen Schnittchen zu beobachten. Dieselbe entsteht, wie sich aus dem Gesagten von selbst ergiebt, durch die Richtungsänderung der zu ihm und dem übrigen Theile des Neurilems gehörigen Fascikel. Nachdem der *Nervus opticus* durch die Sclera hindurchgetreten ist, erhebt sich derselbe gewöhnlich etwas über das Niveau der Augapfelhöhle, wodurch dann der sogenannte *Colliculus nervi optici* gebildet wird. In Bezug auf die Vereinigung des Nerven mit der

Chorioidea ist noch hervorzuheben, dass letztere gegen die Insertionsstelle fast immer an Dicke abnimmt und sich zuschärft. Die Chorioidea steht daher nicht mit der ganzen Dicke ihres Gewebes mit dem Neurilem des Nerven im Zusammenhange, sondern nur mit den, diesen zugeschärften Rand bildenden Theilen, so dass ihr Uebergang an manchen Präparaten oft gar nicht zu beobachten ist und sie vielmehr mit einem stumpfen Rande, wie man bisher annimmt, zu endigen scheint.

An Präparaten, die durch eine grössere Menge Pigmentzellen des inneren Dritttheils der Sclera ausgezeichnet sind, also namentlich bei Rindern, tritt das allmähliche Abweichen der Bündel des Neurilemma am deutlichsten hervor, da die Pigmentzellen immer zwischen die einzelnen Bündel der Sclera und des Neurilemma angeordnet sind, und daher die Richtung derselben durch ihre gegenseitige Lage zu einander andeuten.

Vereinigung der Sclerotica mit der sogenannten Capsula Tenoni und mit den Sehnen der Augenmuskeln.

Was die Vereinigung der Sclera mit der *Capsula Tenoni* anlangt, so stellt sich diese in folgender Weise dar. Wie wir oben angegeben haben, zweigt sich von der Scheide des Opticus, noch ehe sie in die Sclerotica selbst übergeht, eine dichtere Schicht von sogenannten Bindegewebsbündeln ab, welche mit den Fascikeln der innersten gleichfalls dichtern Schicht der um den Bulbus gelegenen Bindegewebsmassen sich verbindet. Diese dichtere Schicht nun stellt den sogenannten Ausgangspunkt der *Capsula Tenoni* dar, und von ihr aus ziehen die Bündel derselben in ihrem Verlaufe an der Oberfläche des Bulbus in meridianer Richtung parallel nach vorn, ohne, wo man es mit ihnen allein zu thun hat, sich von diesem Verlaufe abzuzweigen, und sich mit den Sclerafasern zu verbinden. Beide liegen unmittelbar aneinander, berühren sich aber nicht mit freier Fläche, sondern stehen vielmehr in gleicher Weise in lockerem Zusammenhange, wie die grössern Gefässe mit dem sie umgebenden Bindegewebe durch die *Tunica adventitia*. Nur an den Stellen, wo die in der *Capsula Tenoni* verlaufenden Gefässe und Nerven in die Sclerotica selbst eindringen, ist ihr Zusammenhang ein innigerer, indem hier gleichfalls ein gegenseitiger Austausch ihrer Gewebselemente stattfindet.

Die Sehnen der Augenmuskeln jedoch treten mit der Sclerotica in so innige Verbindung, dass man sagen kann, sie setzen sich in das Gewebe derselben unmittelbar selbst fort, und bewirken die von ihrem Eintritt an zu beobachtende Zunahme der Sclera in ihrem dicken Durchmesser. Ihre Insertionsstellen bilden an der Oberfläche des Bulbus gekrümmte Linien, einmal wegen der Wölbung des Bulbus selbst, und dann weil ihre mittleren Partien in der That etwas früher als die seitlich gelegenen in die Sclera eintreten, so dass sie sich durch eine mit der Convexität dem hintern Pole zugewendete, krumme Linie begrenzen. Die Insertionslinien accomodiren sich der Bewegungsrichtung der Muskeln, d. h. die Chorden derselben stehen rechtwinkelig zu der Richtung, in der sie ihre Action ausüben. Die Chorden der Insertionen der 4 geraden Augenmuskeln sind daher parallel dem

frontalen Durchmesser des Auges, diejenigen der beiden Obliqui aber unter spitzen Winkeln zu der Augen- oder Sehaxe gestellt.

Die 4 Recti inseriren sich an der Oberfläche des Bulbus ungefähr 6mm hinter dem Uebergang der Sclera in die Cornea und sind so zu einander gestellt, dass sie an der Oberfläche des Bulbus die Form eines Trapezes mit krummen Seiten bilden, dessen nach dem Nasenwinkel zu gelegene Seite am kleinsten ist. Die Obliqui gelangen schon an der hintern Hälfte auf die Oberfläche des Bulbus, und zwar der Obliq. superior nach hinten und aussen vom Rectus superior, der Obliq. inferior nach hinten und oben vom Rectus inferior. Stellt man sich aus getrockneten oder in Säure erhärteten Augen Schnittchen dar, welche ihre Insertionstelle in senkrechter, also für die Obliqui in aequatorialer, für die Recti in meridianer Richtung zum Bulbus durchschneiden, so sieht man deutlich die Fasciculi allmählich auseinandergehen und sich, indem ich mich der gebräuchlichen Bezeichnung bediene, zwischen die Bündel des Scleragewebes einschieben. Im erstern Falle treten ihre Bündel in der Richtung von hinten nach vorn in die Sclera hinein und vereinigen sich mit den meridian verlaufenden Faserzügen der Sclerotica. Indem sie nämlich den anfänglich nach innen und vorn gegen den Bulbus gerichteten Verlauf immer mehr verlassen, sieht man sie nach und nach ganz die Richtung der Meridianfascikel selbst annehmen, so dass schon wenige Milim. nach der Insertion das Gewebe der Sclera wieder ganz die frühere Beschaffenheit zeigt. An der Insertion selbst aber beobachtet man, dass die Querschnitte der Aequatorialfasern an Zahl abnehmen, da wegen der Vereinigung der Sehnenfasern mit den Meridianfasern diese an dieser Stelle sich mehr anhäufen und die Aequatorialen zurücktreten, während später in der Nähe der Insertion der Sclera in die Cornea die meridianen und die aequatorialen zwar an Zahl häufiger werden, die letztern aber an Grösse und Dicke abnehmen. Ganz in gleicher Weise stellt sich die Vereinigung der Obliqui dar, nur dass diese sich mit den Aequatorial-Fasern vereinigen, und daher an ihrer Insertionsstelle die Meridianfasern der Sclera zurücktreten.

Ueber die Vereinigung der äussern Membranen des Bulbus mit der Conjunctiva bulbi und palpebrarum.

Ehe wir zu der Beschreibung dieser Vereinigungsstelle selbst übergehen, haben wir noch in kurzem die *Conjunctiva bulbi* selbst zu betrachten.

Wie die *Conjunct. palpebr.* die Augenlider an der nach innen gewendeten freien Oberfläche überzieht, so bedeckt die *Conjunct. bulbi* den der Atmosphäre ausgesetzten Theil des Bulbus, indem sie ungefähr den vordern Drittheil des Bulbus überzieht, dicht vor dem Aequator des Bulbus beginnt und sich am Cornearande mit dem Gewebe der Sclera und Cornea vereinigt.

Sie besteht in ihrem Substrat, wie die *Conjunctiva palpebr.*, aus einem Stroma von Bindegewebe, dessen Fascikel in meridianem Verlaufe über die Aussenfläche des Bulbus nach vorn ziehen und locker mit demselben zusammenhängen, sowie aus einem Epithelialüberzuge, der an der Grenze gegen die Cornea aus mehrfach geschichtetem Pflasterepithel bestehend mit dem gleichartigen Epithelialüberzuge der Cornea ununterbrochen zusammenhängt. Nach hinten ändert dieses Epithel in ähn-

licher Weise, wie das Epithel der *Conjunct. palpebrae* an der Uebergangsstelle in die äussere Haut, seinen Character und wandelt sich in Cylinderepithelium um, welches mit dem an dieser Gegend gleich beschaffenen Cylinderepithel. der *Conj. palpebrae*, an der sogenannten Umbiegungsstelle, sich direct vereinigt. Das Substrat der Conjunctiva hat an seiner freien Oberfläche einen etwas welligen Verlauf; daher dasselbe von Einigen als mit Papillen versehen betrachtet wurde. Die von Krause daselbst nachgewiesenen Drüsen habe ich bisher weder bei Neugebornen noch bei Erwachsenen mit Genauigkeit zu beobachten Gelegenheit gehabt. Wo sich das Substrat der Conjunctiva der Cornea nähert, bildet es einen kleinen Wulst um deren Rand.

Die Vereinigung dieser Membran mit den von hinten her an sie herantretenden Tractus der sogenannten *Caps. Tenoni*, sowie mit den Fascikeln der *Conjunctiva bulbi* erfolgt an dem Winkel, welchen die Augenlider mit dem Bulbus bilden. Die *Conj. bulbi* geht daselbst wie bekannt, direct in die *Conj. palpebrar.* über, indem die Epithelialüberzüge, sowie die bindegewebigen Lamellen und Fasergänge des Substrates beider in ununterbrochenen Zusammenhang stehen. Nach hinten aber treten sie, sowohl die *Conjunctiva palpebrar.* als die *Conj. bulbi*, jede für sich, aber auch, — durch die Falte, welche sie an der Umbiegungsstelle bilden, — gemeinsam mit den Bindegewebszügen zusammen, die die Muskeln des Bulbus einhüllen und gewöhnlich als *Capsula Tenoni*, besser aber als gemeinsame Scheide der Muskeln des Bulbus bezeichnet werden können. Die Züge dieser Scheide theilen sich nämlich, so zu sagen, indem sie sich den Bindegewebszügen jener nähern, in drei Partieen, von denen die am meisten nach aussen gelegene in das Substrat der *Conj. palpebrar.* ununterbrochen übergehen, während die mittlere dadurch, dass sie mit der Falte zusammentritt, ein unregelmässiges verflochtenes Netzwerk bildet, und die innerste endlich sich in das Substrat der *Conj. bulbi* unmittelbar fortsetzt (Taf. III. Fig. 1).

An Schnitten, die man aus dieser Gegend in möglichst senkrechter und meridianer Richtung zum Bulbus führt, stellt sich daher gewissermassen die Vereinigung aller drei als eine dreiseitig begrenzte Fläche dar, deren Abgrenzungslinien immer durch die direct ineinander übergehenden Fascikel je zweier dieser Gebilde, der von ihnen eingeschlossene Raum aber, durch den gegenseitigen Austausch der Fascikel aller gebildet wird. Ueberall sieht man daher wie die Züge des Bindegewebes sowohl der gemeinsamen Scheide des Bulbus als der beiden Conjunctiven unter entsprechenden Winkeln diejenige Richtung einnehmen, welche sich in den Zügen der andern zu erkennen giebt.

Der histologische Character des Gewebes ist auch an der Vereinigung der des reifen Binde- oder Sehnengewebes, und zwar unter Beimischung von elastischen Fasernetzen in grösserer oder geringerer Menge.

Ueber den Zusammenhang der Cornea mit den ihr angrenzenden Gebilden, der Sclerotica Iris, Chorioidea, insbesondere dem Tensor chorioideae und mit der Conjunctiva bulbi.

Durchschneidet man den Augapfel in einer Meridianebene, so erkennt man schon mit blossem Auge die Abgrenzungsstelle zwischen der mehr durchsichtigen Cornea und der weisslichen Substanz der Sclerotica und der angrenzenden Gebilde. Sie bildet eine von der Aussenfläche des Bulbus nach innen die häutige Augenkapsel durchdringende Linie, (Taf. III. Fig. 1. d. Taf. IV. Fig. 2 i i' i''), verläuft aber nicht gerade und parallel der Sehaxe, sondern geht in parabolischer Krümmung mit der Concavität gegen die Sehaxe gewendet in der Art durch das Gewebe nach der Innenfläche der Kapsel, dass sie mit ihrer stärksten Krümmung in der Nähe des *Canalis Schlemmii* liegt, und der nach aussen gewendete Schenkel (ib. i) mithin länger ist als der innere (ib. i''). Eine ihre beiden Endpunkte durchschneidende Linie oder Secante liegt ebenfalls nicht parellel der Sehaxe, sondern schneidet dieselbe unter einem spitzen Wirbel vor dem Bulbus. Die äusseren Partien der Cornea sind daher auch weiter gegen die Mitte hin von der Sclerotica und den andern Theilen bedeckt als die inneren, und die Cornea erscheint daher an solchen Durchschnitten in der That wie mit einem convexen Rande in einen dem entsprechend vertieften Falz der Sclerotica eingesenkt; der am meisten prominirende Theil ihres scheinbaren Randes liegt daher nach Aussen von dem *Canalis Schlemmii*, hier in die Substanz der Sclera scheinbar hineinragend. Indessen ist die Begrenzungslinie auch bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge niemals vollkommen scharf, sondern es lässt sich immer eine Region nachweisen, in welcher die hyaline durchsichtige Beschaffenheit der Cornea und die mehr weissliche der mit ihr in Verbindung tretenden Theile allmählich sich ausgleichen, und wo mithin die eigentliche Ausgleichung der morphologischen Unterschiede der einzelnen zusammentretenden Gewebe auch Statt findet.

An der Begrenzungslinie participiren nun die einzelnen genannten Theile in folgender Weise.

Den grössten Umfang und zugleich denjenigen, der den Grund, fast den ganzen hintern oder inneren und auch einen grossen Theil der vorderen Wand enthält, bildet der Uebergang der Sclerotica in die Cornea. (Fig. 2. i). Nach vorn in dem äussersten Rande des Falzes tritt die *Conjunctiva bulbi* und am innersten Rande der *Tensor chorioideae* und die Iris an die Cornea heran. Um jedoch die Art und Weise dieser Uebergänge und die morphologischen Charactere der einzelnen daran participirenden Bestandtheile genauer zu übersehen, sind mikroskopische Beobachtungen unerlässlich. Ich verfertigte mir die dazu zu verwendenden Präparate in der Weise, dass ich die frisch erhaltenen menschlichen Augen in der Aequatorial-Ebene durchschnitt, vorsichtig Retina, Glaskörper und Linse entfernte, und dann mit einem nassen Pinsel die Pigmentlage der *Processus ciliares* und der Iris möglichst vollständig abwusch. Hierauf wurden die so erhaltenen Kugelabschnitte über die Kuppe eines entsprechend dicken Reagensgläschens gestülpt und an einen der Luft ausgesetzten aber

vor Sonne geschützten Ort gestellt. In der Regel klebten zuerst die Ränder des Präparates an das Glas fest, und erhielten dadurch die Cornea beim weiteren Trocknen in einer mässigen Spannung, so dass das Schrumpfen derselben dadurch vermieden wurde. Noch ehe aber die Präparate vollständig trocken waren, entfernte ich sie vom Glase, spaltete sie mit einem scharfen Scalpell in 4 gleiche Theile, und setzte sie nun abermals bis zum vollständigen Trocknen der Luft aus. Um nun aber auch beim Schneiden keine Risse oder Zerrungen zu verursachen, schnitt ich mir aus reinem, ganz gleichmässigem Korke Platten, die an einer Seite flach, an der anderen dem Präparate entsprechend convex und concav zugeschnitten waren, legte die Präparate zwischen dieselben, und brachte sie so zwischen die Branchen eines kleinen und beweglichen Schraubstockes. Auf diese Weise konnte man nun leicht dem Rasirmesser, mit dem die Präparate verfertigt werden sollten, eine solche Haltung und Richtung geben, dass die Schnitte parallel zu der Durchschnittsebene des Bulbus geführt wurden, namentlich wenn man vorher die Seitenränder des Korkes demgemäss zugeschnitten hatte, und beim Weiterschneiden immer möglichst in der nämlichen Richtung vorging.

Die an solchen Schnittchen gemachten Beobachtungen gaben zunächst in Betreff der *Conjunctiva bulbi* und der *Cornea* folgende Resultate.

Das Epithelium der Conjunctiva setzt sich unmittelbar in dasjenige der Cornea fort (Fig. 2. a a'). Was das Substrat betrifft (ib. f.), so nimmt dasselbe erst allmählich und von dem Wulst, welchen die Conjunctiva namentlich an dem äusseren und inneren Rande der Cornea bildet, und der dem spätern *Arcus senilis* entspricht, auffallend an Dicke ab. Das bindegewebige Stroma der Conjunctiva zeigt eine der Meridian-Richtung parallele Streifung und grössere Pelluciditāt. Die elastischen Fasern, die auf der Uebergangsstelle der *Conjunctiva palpebrarum* zur *Conjunctiva bulbi* sehr zahlreich sind, und namentlich auch an der Berührungsstelle mit der Sclerotica (ib. g.) in grösserer Menge angetroffen werden, schwinden gänzlich. Auch die Gefässe werden seltener, obschon sie, wie gerade die Injection zeigt, in dieser Schicht immer gefunden werden, und so erfolgt nun der Uebergang in die Corneasubstanz so allmählich, dass, da auch in den anderen oder nach aussen gelegenen Partien der Cornea die Bindesubstanzkörperchen seltener auftreten, man nur schwer unterscheiden kann, ob man noch Bindesubstanz der Conjunctiva oder schon die Substanz der Cornea vor sich habe, wozu der Umstand, dass gerade in diesem Theile der Cornea deutlich Gefässe durch Injection (ib. h.) nachgewiesen werden können, noch um so mehr beiträgt.

Was den Uebergang der Sclerotica an den übrigen Theilen der vorderen Wand und an dem Grunde des sogenannten Falzes (ib. i i') in die Cornea anlangt, so sieht man die aequatorial verlaufenden Fascikel jener, kurz vor dem unmittelbaren Uebergang in die Corneasubstanz, zuerst an Zahl zunehmen, doch in der Dicke sich verringern. Die Durchschnitte derselben (ib. m) werden daher immer kleiner, und das Gewebe erhält zuletzt ganz das Aussehen der elastischen Fasernetze im Netzknorpel, mit dem Unterschiede, dass die Maschen nicht von Knorpelkörperchen, sondern von den eben erwähnten Querschnitten der Aequatorial-Bündel eingenommen werden. Elastisches Gewebe ist aber gar nicht, oder nur in sehr geringer Menge vorhanden. Die Netze sind vielmehr durch die ebenfalls stark verdünnten Meridianbündel gebildet. Gleichwohl scheinen die Beobachter durch den

areolären Habitus dieser Gegend zu der Annahme von elastischen Fasernetzen verführt worden zu sein, da man so häufig von elastischen Fasernetzen dieses Theiles gesprochen hat.

Zuletzt verschwinden nun die Querschnitte der Aequatorial-Bündel vollständig, und es bleiben nur noch die meridianartig verlaufenden Bündel der Sclerotica übrig. Auch in ihnen ist bald nicht mehr die Spur von elastischen Fasern zu entdecken; ihre anfangs in welligem Verlauf hinziehende Streifung geht allmählich in die Parallele der Cornea über, durch die sich letzere im mikroskopischen Bilde darzustellen pflegt. Gleichzeitig treten nun auch die Bindesubstanzkörperchen der Cornea in grösserer Menge und deutlicher hervor, und somit ist der continuirliche Uebergang beider Gewebe in einander vermittelt.

Der Uebergang der hintersten oder innersten Portion der Sclerotica, welche die hintere oder innere Wand (ib. p″) des Falzes bildet, und derjenigen des *Tensor chorioideae* (ib. q″) können zusammengefasst werden, denn die nach innen den *Canalis Schlemmii* begrenzende Portion der Sclerotica (p″) hängt so innig und continuirlich mit dem Tensor zusammen, dass man sie geradezu als die Sehne desselben betrachten kann. Es ist das Verhalten hier genau das nämliche, wie beim Eintritt der Sehnen der geraden und schiefen Augenmuskeln, insofern, wie wir gesehen haben, die Sehnen derselben direkt in die ihrem Verlauf entsprechenden Aequatorial- oder Meridianfascikel der Sclerotica übergehen. Die Art der Insertion ist aber darin verschieden, dass die Sehnen der Augenmuskeln vor dem Uebergang in das Gewebe der Sclerotica meist in einem grösseren Abschnitte frei und selbstständig in ihrem Verlaufe vorliegen, der *Tensor chorioideae* so nahe mit seinen Muskelbündeln an die Innenfläche der Sclerotica herantritt, dass nur eine sehr kurze selbstständig frei liegende Sehne nachgewiesen werden kann, die Sehne vielmehr einen Bestandtheil der Sclerotica selbst ausmacht.

Koelliker stellt eine besondere Sehne des Tensor dar, die gleichsam die Sclerotica durchsetzend in die Cornea an der Aussenfläche der *Tunica Descemetii* übergeht und an ihr sich inserirt. An den von mir beobachteten zahlreichen Schnitten habe ich eine solche deutlich ausgesprochene Sehne des Tensor innerhalb des Stroma, der Slerotica sowohl als der Cornea, niemals unterscheiden können. Eine genaue Untersuchung dieser Stelle überzeugte mich vielmehr, dass derjenige Theil der Sclerotica, der mit dem *Tensor chorioideae* zusammenhängt (p″), nichts Anderes ist als die innerste Portion der Sclerotica dieser Gegend, die sich, wie an der Insertion der *Musculi recti* und *obliqui*, hier mit dem Tensor in Verbindung setzt. Vorsichtig angefertigte Schnitte lassen leicht übersehen, dass und wie diese Portion der Sclerotica nur als Fortsetzung der entsprechenden Portion derselben in der hinteren Gegend anzusehen ist. Es ist, wie gesagt, der den *Canalis Schlemmii* einschliessende Theil derselben, welcher gleichsam die hintere Wand des Falzes bildet.

Diese eben angedeutete Schicht der Sclerotica stellt nun mit einem Theile ihrer Masse auch den noch zu besprechenden Hauptbestandtheil der Begränzungslinie gegenüber der Cornea dar, indem die Iris im Ganzen nur locker und leicht mit der corna zusammehängt. Was die morphologische Beschaffenheit derselben betrifft, so unterscheidet sie sich dadurch von den übrigen, an der Innenfläche der Sclerotica liegenden, Bestandtheilen, dass nur die meridian verlaufenden Bündel der

Sclerotica vorliegen, und die elastischen Fasern, welche in der inneren Portion der Sclerotica überhaupt an Zahl überwiegen, gerade in dieser Gegend so bedeutend zunehmen, dass sie den optischen Character derselben ganz bedingen. Die senkrechten Durchschnitte derselben sehen ganz aus wie die, parallel der Streifung gefertigten, Segmente reiner Sehnensubstanz, nur dass die Streifen hier sehr scharf und bestimmt auftreten. Wenn man die Präparate mit Kalisolution (10%) behandelt und dann comprimirt, so fallen die Lamellen der Sclerotica auseinander. Es scheint dann oft, als habe man sogenannte gestreifte Lamellen vor sich, wie man sie in der Tunica intima der Gefässe beobachtet. Bei genauer Untersuchung entdeckt man aber immer eine sehr feine hyaline Grundsubstanz und in dieser ein verhältnissmässig feines elastisches Fasernetz. Das Gewebe stellt daher ein stark elastisches Sehnengewebe dar, wie wir es in den *ligamentis flavis* im *lig. nuchae* etc. zu beobachten Gelegenheit haben. Der Hauptunterschied von letzteren Geweben besteht jedoch darin, dass die elastischen Fasernetze hier ausserordentlich fein sind.

In diesem Gewebe ist nun auch der *Canalis Schlemmii* (Tab. IV. Fig. 2. o.) eingebettet, und zwar liegt der grössere Theil des hierher gehörenden Gewebes an der inneren Seite desselben.

Der Uebergang dieser Schicht der Sclerotica in die Cornea erfolgt nun in der Weise, dass die elastischen Fasernetze allmählich aufhören, das Gewebe den Character reiner Sehnensubstanz annimmt, und nunmehr nach vorn wie an den übrigen Partien des sogenannten Falzes in die Cornea-Substanz übergeht.

Eine besondere Aufmerksamkeit erfordert aber die Uebergangsweise dieser Schicht in die *Tunica Descemetii.* Diese zeigt nämlich, so wie sie sich der hintern Wand des Falzes nähert, eine parallele meridiane Streifung. Man hat dies auf ein Zerfallen derselben in Fasern bezogen, diese Deutung ist aber nicht begründet. Ich finde vielmehr, dass die Streifung sich ganz ähnlich verhält wie die parallele Streifung in der Corneasubstanz überhaupt, und halte sie für den Ausdruck von übereinander geschichteten Lamellen, in die die *Tunica Descemetii* hier ebenso zerfällt, als die Substanz der Cornea an den andern Stellen. Von diesen Lamellen sieht man nun den grösseren Theil, der nach der Aussenfläche des Bulbus gelegen ist (Fig. 2. d'), so in die Lamellenzüge der soeben besprochenen Portion der Sclerotica übergehen wie an allen andern Stellen der Begrenzungslinie die Lamellen der Sclera und Cornea sich vereinigen, wobei ich noch ganz besonders hervorzuheben habe, dass die an der vorderen Fläche nach und nach sich ablösenden Lamellen der Tunica Descemetii keine elastische Fasern sind, sondern Lamellen von dem Aussehen derjenigen der Cornea, und dass diese dann den weiteren Uebergang in die Sclerotica in der angegebenen Weise vermitteln. Die nach innen liegenden Lamellen dagegen schlagen sich nach der Iris, und vereinigen sich in folgender Weise mit dem Gewebe derselben. Die Iris steht nämlich sowohl mit der Cornea als auch mit der Sclerotica in Verbindung, obgleich die dabei betheiligten Gewebe von geringerer Masse sind. Die innern Lamellen (Fig. 2. d'') der *Tunica Desc.* biegen sich nämlich nach innen, und setzen sich direct in das sehnige *Ligamentum pectinatum iridis* fort. Zwischen diesen und der Insertion des Tensor bleibt nun in den meisten Fällen noch eine dünne Lage von Bindegewebe (ib. t), welche die Iris mit der als Sehne des *Tensor chorioideae* betrachteten Schicht der Sclerotica vereinigt, und nach meinem Dafürhalten mit

dem zwischen Chorioidea und Sclerotica gelegenen Bindegewebe, der sogenannten *Membrana fusca* (ib. s) zu vergleichen ist.

Das Epithel an der Innenfläche der Cornea (Fig. 2. e) setzt sich von ihr auf das *Lig. iridis pectinatum* weiter und hängt mit dem Epithel an der Vorderfläche der Iris continuirlich zusammen, indem die anfänglich scharf contourirten polyedrischen Zellen der Cornea nach und nach kleiner werden, und über dem Ligament eine dichtere Schicht zusammenhängender Zellen bilden, an denen die Kerne nicht mehr deutlich zu erkennen sind. Was nun schliesslich noch die von einzelnen Autoren angeführten, am Rande der Cornea in Schlingen sich umbiegenden Bündel, in welche die Bündel der Sclerotica eingreifen, und so deren Befestigung herstellen sollen, sowie die um den Falz herumlaufenden Ringsfasern anlangt, so habe ich dieselben niemals beobachten können. Der directe Zusammenhang zwischen den Bündeln der Sclerotica und den Lamellen der Cornea tritt vielmehr an jedem nur irgend hinreichend dünnen Schnittchen immer ganz deutlich hervor, und glaube ich, dass zu ihrer Annahme nur die unrichtige Deutung der sich an den Endpartien täuschend als elastisches Fasernetz darstellenden Scleralfasern, und die beim Druck auf, mit Essigsäure oder 10% Kalilösung behandelten Schnittchen sich leicht einstellenden Faltenzüge, welche sich meist als Linien markiren, Veranlassung gegeben haben.

Erklärung der Abbildungen. (Taf. III. und IV.)

Fig. 1. Senkrechter Durchschnitt durch das Auge eines neugeborenen Kindes in Zusammenhang mit den accessorischen Organen bei 15 maliger Vergrösserung.

I. Bulbus.
- A. Hornhaut.
  - a. Mehrfach geschichtetes Epithel der Aussenfläche.
  - b. Substrat der Hornhaut.
  - c. Innere einfache Epithelialschicht.
- B. Sclerotica.
  - d. Falz od. Vereinigungsstelle mit d. Cornea.
  - e. *Canalis Schlemmii.*
  - e'. Kleines venöses Gefäss der Sclera, das sich in den Canal mündet.
  - f. Gefässe der Sclerotica.
  - g. Insertionsstellen des *Rectus superior* und *inferior*.
  - h. Insertionsstelle der Scheide des *N. opticus* in die Sclerotica.
  - i. *Lamina cribrosa*, od. Vereinigungsort d. neurilemmatischen Scheide mit der Sclerotica.
- C. Chorioidea.
  - k. *Processus ciliaris.*
  - k'. Deren Grund.
  - l. *Musculus Tensor chorioideae.*
  - l'. Dessen Insertionsstelle in die Sclerotica.
- D. Iris.
  - m. Pigmentschicht derselben oder sogen. Uvea im eigentl. Sinne.
  - n. *Ligam. iridis pectinatum.*
  - o. Pupille.
- E. Retina.
  - p. *Colliculus nervi optici.*
  - q. Körner und Stäbchenschicht.

r. Ora serrata.
s. Vorderer Theil der *Zonula Zinnii*, der mit d. *Membr. limitans* zusammenhängt.
F. Linse.
w. Linsenlamellen.
x. Kapsel der Linse.
G. Glaskörper.
t. Centralcanal od. *canalis hyaloideus*.
u. Septa des Glaskörpers. (?)
v. *Membrana hyaloidea*.
v'. Innere Partie der *Zonula Zinnii*.

II. III. Oberes und unteres Augenlid.

H. Aeussere Hautschicht.
α. Augenbrauen.
β. Wimpern.
β'. Deren Talgdrüsen.
γ. Haarbälge und Talgdrüsen der Haut, vielleicht mit Schweissdrüsen verbunden.
J. Innere Haut oder Tarsalschicht.
J'. Verbindungsstelle des Tarsus mit dem am Augenhöhlenrand verbundenen faserknorpeligen Bande.
δ. Tarsus.
ε. Meibom'sche Drüsen.
K. *Conjunctiva palpebrarum*.
K'. *Conjunctiva bulbi*.
ζ. Deren Vereinigungsstelle.
L. Gemeinschaftliche Scheide des Bulbus.
λ. querdurchschnittene Gefässe.
μ. Fettzellen und Fettgewebe.
M. *Muscul. orbicularis palpebr.*
M'. *Musc. levator palpebr. sup.*
M². *Musc. rectus superior.*
M³. *Musc. rectus inferior.*
M⁴. *Musc. obliquus super.*
M⁵. *Musc. obliquus infer.*
N. *Nervus opticus.*
η. Dessen eigentliche Scheide.
ϑ. Neurilematische Scheide.
ι. Nervenbündel.
κ. *Arteria centralis retinae.*

Fig. 2. Senkrechter Durchschnitt durch die Vereinigungsstelle der Cornea mit der Sclerotica, *Conjunctiva bulbi*, Chorioidea und Iris bei 50 maliger Vergrösserung des Präparates und 100 maliger der Gewebselemente.

A. Cornea.
aa'. Aeusseres mehrfach geschichtetes Epithel d. Cornea und Conjunctiva.
α. Aeussere abgeflachte,
β. Innere polyedrische volle Zellen.
b. Substrat.
b'. Eigentliche Corneasubstanz.
c. Vordere elastische Grenzlamelle (Reichert, Bowman).
d. Hintere oder *Tunica Descemetii*.
d'. Die nach d. Sclerotica, und
d''. Die nach d. Iris hinziehenden Lamellen der *Tunica Descemetii*.
e. Einfaches inneres Epithel der Cornea.
B. *Conjunctiva bulbi*.
a'. Mehrfach geschichtetes Pflasterepithel.
f. Substrat.
f'. Dessen Uebergang in Sclera und Cornea.
g. Tiefere mit elastischen Fasern durchsetzte Partie des Substrates.
h. Gefässe der Conjunctiva.
C. Sclerotica.
ii'i''. Der sogenannte Falz.
i. Vordere Wand.
i'. Grund.
i''. Hintere Wand des Falzes.
k. Gegend vor dem Falze, wo die Ausgleichung der Gewebsunterschiede eigentlich erst statt findet.
l. Die hinter dieser gelegene Partie.
m. Aequatorialbündel.
n. Longitudinalbündel.
o. *Canalis Schlemmii.*
p. Derjenige Theil der Sclerotica, in den sich der *Tensor chorioid.* inserirt, d. sog. Sehne d. Tensor.

p'. Die ausserhalb des Canales.
p''. Die innerhalb desselben gelegene Partie dieser Gegend.

D. Chorioidea.
qq'q''. *Tensor Chorioideae.*
q'. Seine Ursprungsstelle.
q''. Seine Insertion.
r. *Processus ciliaris.*
s. Interstitielles Bindegewebe zwischen Sclera und Chorioidea.
t. Interstitielles Bindegewebe zwischen Iris, Tensor und Sclerotica.
u'. Gefässe dieser Gegend.
u. Gefässe des *Processus. ciliar.*
v. Pigmentschicht des Processus.

E. Iris.
w. *Ligament. irid. pectinatum.*
x. Aeusseres Epithel.
y. Stroma.
y. Gefässe des Stroma.
z. Inneres Epithel oder Uvea.

Allgemeine Bezeichnungen.

γ. Knorpelkörperchen.
δ. Bindegewebskörperchen.
ε. Elastische Fasern.
ζ. Muskelfasern.

Fig. 3. Senkrechter Durchschnitt der Insertion des Nervus Opticus in den Bulbus bei 25 maliger Vergrösserung des Präparates und ebenfalls 100 maliger Vergrösserung der Gewebselemente.

A. Sclerotica.
a. Aeussere zwei Drittheile.
b. Inneres Drittheil.
c. Deren Abgrenzungslinie.
d. Aequatorialbündel.
e. Meridianbündel.
f. Sternförmige Pigmentzellen.
g. Gefässe.

B. Chorioidea.
h. Ihre Vereinigungsstelle mit dem Nerven.

C. Retina.
i. Stäbchen und Körnerschicht.
k. Ausbreitung des Nerven.
l. Bündel desselben.
m. *Membrana Limitans.*

D. *Nervus opticus.*
n. Eigentliche (oder äussere) Scheide.
q. Deren Umbiegungsstelle.
r. Bündel der Scheide.
s. Gefässe derselben.
t. Neurilemmatische Scheide.
u. *Lamina Cribrosa.*
p.p'. Nervenbündel des Opticus.
p. Welche noch all ihr Mark.
p'. Welche nur noch wenig enthalten.
v. *Colliculus nervi optici*
w. *Arteria centralis retinae.*
w'. Deren Theilungsstelle.

Beitrag

zur pathologischen Anatomie des Epithelialkrebses mit besonderer Berücksichtigung seiner Bildung im Vergleich zur Bildung und zum Wachsthum normaler Horngebilde.

Von

Dr. Jul. Ressel.

(Hierzu Taf. II. Fig. I.—VI.)

Ueber die Bildung und das Wachsthum der Horngebilde im Allgemeinen und vorzüglich des Hufes.

Der Epithelialkrebs findet sich vorzüglich an der Lippe, am Auge, Mastdarm, Penis, den Schaamlippen, an der Zunge. Schon sein Name weiset darauf hin, dass man ihn als eine Wucherung im Bezirk des Epithels der Haut betrachtet. In welcher Weise findet aber diese Wucherung statt? Zur Beantwortung dieser Frage ist es nöthig, die Anatomie, die Bildung und das Wachsthum der Haut und der Horngebilde im Allgemeinen sich zu vergegenwärtigen, um die abnormen morphologischen Verhältnisse im Wachsthum des Neoplasma möglichst nach den bekannten normalen beurtheilen zu können.

An der Haut unterscheidet man bekanntlich die Epidermis und das Substrat, Corium, Derma oder Cutis genannt. An der Epidermis wird die Cuticula unterschieden, die aus über einander gelagerten Schichten schon verhornter Zellen zusammengesetzt ist, und das sogenannte Rete Malpighii, das die tieferen noch nicht verhornten Zellenpartieen umfasst.

An dem Substrat, dem sogenannten Corium unterscheidet man bekanntlich die freie Grenzschicht als *pars papillaris*. Von dieser Grenzschicht erheben sich kegelförmige Fortsätze, die wir Papillen nennen, und die nur in das malpighische Netz und nie in die Hornschicht hineinreichen. Beim normalen Wachsthum der Haut nun werden die abgeschilferten Epidermis-Zellen durch neue aus dem Rete Malpighii ersetzt, welches Letztere wiederum durch Zellenbildung in seinen tiefsten Lagen ergänzt wird.

Von den übrigen Horngebilden *) verhalten sich einige, hinsichtlich der Regeneration und

*) Vergl. hierüber Reichert's Jahresberichte im Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, und namentlich auch die Abhandlung desselben Verf. im Günsburg'schen Journal, Jahrgang 1855, Heft I.

des Wachsthums ähnlich der Haut; andere zeigen Abweichungen darin, dass bei dem bezeichneten Processe auch die Matrix betheiligt ist. Wir verweisen hier besonders auf den Nagel, das Haar, die Feder, den Huf, das Fischbein.

Was ihre allgemeine Structur betrifft, so ist sie durchgehends die, dass sich auf einem Substrat, der sogenannten Matrix, die verschieden gestaltet sein kann, ein mehrfach geschichtetes Epithel befindet, dessen äusserste Lagen verhornt sind. Mehrere Horngebilde sind ferner durch die sogenannte Marksubstanz ausgezeichnet, welche aus der vertrockneten Matrix und meist auch aus öfters lufthaltigen Hornzellen besteht. Das Auftreten dieser Marksubstanz steht in genauem Zusammenhange mit dem verschiedenen Wachsthum und der Regeneration der Horngebilde.

Hinsichtlich der Regeneration und des Wachsthums verhält sich nämlich der Nagel im Wesentlichen wie die Haut; bei den übrigen genannten Horngebilden dagegen wächst mit dem mehrfach geschichteten Epithel auch die Matrix mit. Später stellt sich an der mitwachsenden Matrix ein Verkümmerungsprocess ein; sie vertrocknet allmählich. Beide, verhorntes Epithel und Matrix, werden dann zusammen abgenutzt oder durch Gebrauch abgestossen, und Beide ergänzen sich wieder.

Von besonderem Interesse für das Verständniss des Epithelial-Krebses und seiner Bildung ist die feinere Anatomie des Hufes und des Fischbeins, daher ich auf die Structur und die Wachsthumsverhältnisse dieser beiden Horngebilde näher eingehen muss. Ich wähle zur näheren Erläuterung den mir zugänglichen Huf*).

Wir unterscheiden am Huf bekanntlich: Hornwand, Hornsohle mit dem Hornstrahl. Beide verrathen ihre Eigenthümlichkeit schon bei Beobachtung mit unbewaffneten Augen. An der Sohle und zum Theil auch am Strahl sieht man an der freien Oberfläche zahlreiche, ziemlich dicht an einander gestellte, kreisförmig abgegrenzte Flecke, die sich durch ihre unter allen Umständen (ob der Huf schwarz oder weiss ist) lichtere Färbung und verschiedene Consistenz auszeichnen. Diese Flecke entsprechen der Gegend, wo die in das Horn eingeschlossene Matrix atrophirt ist, und es wird in der That bei der Abnutzung dieser Partie zugleich Horn und vertrocknete Matrix abgenutzt. An der Hufwand treten ähnliche Flecke auf, nämlich am sogenannten Tragerand, der den Boden bei der Bewegung des Thieres berührt. Die übrige freie Fläche erscheint zwar gestreift, jedoch die markirten Flecke, wie sie an Sohle und freier Hufwandfläche beobachtet werden, finden sich nicht vor. Dieser Unterschied ist abhängig von der Richtung, in welcher die genannten beiden Theile des Hufes von dem Grunde der Matrix aus mit ihren Papillen fortwachsen und sich regeneriren.

Derselbe Bau verräth sich auch, wenn man mit blossem Auge die Schnittflächen des Hufes an den verschiedenen, genannten Theilen untersucht. Werden der Fläche der Sohle parallele Schnitte geführt, so treten nur noch deutlicher wiederum jene bezeichneten, kreisförmig begrenzten Flecke, worin die atrophirte Matrix liegt, auf. Zugleich bemerkt man, dass die Flecke in dem Grade an Grösse zunehmen, je tiefer man gegen den Grund des Papillar-Körpers hin schneidet. Wenn ferner

*) Vergl. Martin Hehn: De textura et formatione barb. balaen. Diss. inaug. Dorpat. 1849.

an einem Segment, das aus dem äusseren Theile des Hufes genommen wurde, die durch ihre Färbung und Consistenz bezeichneten Stellen des Hornes leicht herausfallen, und die eigentliche Hornmasse sich als eine siebförmig durchbrochene Lamelle darstellt, so beobachtet man im Gegentheile, dass dieses mit der bezeichneten Masse in den Löchern jener Segmente, welche näher dem Grunde der Matrix entnommen wurden, weniger leicht geschieht. Man kann endlich selbst mit unbewaffnetem Auge bemerken, dass die Hornmasse um die kreisförmigen Flecke herum eine concentrische Streifung zeigt. Die ganze Hornmasse erscheint auf jedem Durchschnitt, wie aus solchen concentrisch gestreiften Ringen zusammengesetzt, die sich fast gänzlich berühren, und nur hie und da Spuren einer die Interstitien ausfüllenden Zwischenmasse wahrnehmen lassen. Diese Ringe sind an den Segmenten nach der äusseren Oberfläche hin am breitesten und nehmen ganz allmählich gegen den Grund der Matrix hin an Breite ab, so dass also die Ringe der Hornmasse in Bezug auf ihre Breite sich umgekehrt verhalten wie die kreisförmigen Höhlen.

Aehnliche Verhältnisse zeigen auch die Segmente an der Hornwand, wenn sie durch Schnitte, parallel dem freien Rande, gefertigt sind. Man sieht, wie zunächst dieselben kreisförmigen Flecken oder auch Lücken, dieselben sie umgebenden kreisförmig gestreiften Ringe sich wiederholen. Die Beobachtung mit unbewaffnetem Auge lehrt dann weiter, dass die kreisförmig gestreiften Ringe vom Rande nach der Krone hin allmählich an Dicke abnehmen, und dass in gleichem Grade die correspondirenden kreisförmigen Lücken jedes Schnittes nach jener Richtung zunehmen. Wenn aber die Segmente der Sohle in Rücksicht auf die Grösse der kreisförmigen Lücken und Ringe an einem und demselben Schnittchen keinen wesentlichen Unterschied darbieten, so bemerkt man im Gegentheile an den Segmenten der Hornwand, dass hinsichtlich der Breite und Grösse der Lücken die unmittelbar über dem Hufbette gelegene Hornmasse eines jeden Segmentes sich Etwas anders verhält, als die an der freien Fläche der Hufwand gelegene. Nach dem Hufbette hin sind nämlich die Lücken im Verhältniss grösser und die Ringe in gleichem Maasse schmäler als in den nach der freien Oberfläche hin gewendeten Partieen des Schnittchens.

Für meine Aufgabe wird es genügen, darauf hinzuweisen, dass die zuletzt erwähnte Eigenthümlichkeit davon herrührt, dass die Matrix der Hufwand eine nicht senkrecht stehende, sondern in einem Winkel gegen den Perpendikel geneigte, schräge Fläche bildet, und dass in Folge dessen die nach der freien Oberfläche gewendeten Partieen der Hornwand ein länger andauerndes Wachsthum gehabt und darum auch mehr Hornmasse gebildet haben.

Untersucht man diese Theile mit der Loupe von ungefähr fünffacher Vergrösserung, so treten alle jene geschilderten Verhältnisse noch sichtbarer hervor. Man erkennt, dass die helleren Flecken aus einer, von den sie umgebenden Ringen verschiedenen, Masse bestehen. Im Centrum dieser Flecken nimmt man die kreisförmig umgrenzten Löcher wahr, und zwischen ihnen befindet sich eine etwas dunklere, hie und da weisslich punktirte Substanz.

Die weitere mikroskopische Untersuchung (Fig. I. und II.) bestätigt die Voruntersuchung mit dem unbewaffneten Auge und der Loupe. Unter dem Mikroskope erscheinen die bei reflectirtem Lichte weissen Flecke dunkel, die dunklen Stellen dagegen heller; die um die kreisförmigen Lücken

gelagerte Hornmasse zeigt sich undeutlich gestreift und lässt keine Hornzellen, wohl aber Kerne erkennen. In den peripherischen Partieen oder Schichten der Hornringe tritt eine kreisförmige Streifung sehr deutlich hervor, und ausserdem sind auch die Hornzellen zu unterscheiden. Sie zeigen bei solchen Hornschnittchen spindelförmige Begrenzung, im Innern einen Kern. Bei Behandlung mit Kali causticum quellen die Hornzellen auf und der Kern in jeder Zelle wird deutlicher. Wirkt das Kali längere Zeit, so zerfallen sowohl die dunklen als die hellen Partieen der Hornringe in Epidermisplättchen, die beim Drücken des Deckgläschens sich bald im Profil und auf den Rand gestellt, bald nach den Flächen liegend präsentiren, bald daher spindelförmige, bald als unregelmässig geränderte, ziemlich breite Hornplättchen erscheinen. Die Zellenstructur der Hornmasse in den Interstitien ist mitunter weniger deutlich. Das Centrum der Flecken, das in den meisten Fällen sich dem unbewaffneten Auge als Loch zeigt, bestätigt sich zum Theil als solches auch bei Untersuchung mit dem Mikroskope; zum Theil ist es mit einer granulirten zuweilen undeutlich gestreiften Masse gefüllt, die hie und da ein kernartiges Gebilde, mitunter eingetrocknete Blutmassen enthält, zuweilen werden in der Umgebung auch Hornplättchen sichtbar. Je näher die Schnitte der Matrix geführt werden, um so weniger sind die Papillen eingetrocknet.

Fassen wir die Thatsachen der Untersuchung zusammen, so lässt sich folgende morphologische Grundlage für das Verständniss des Wachsthums und der Regeneration des Hufes hervorheben. Der ganze Huf besteht aus Hornmasse, die von Hohlräumen durchsetzt ist. Diese Hohlräume haben eine konische Form, deren Basis am Grunde der Matrix liegt, deren Spitze nach der freien Oberfläche der Hornmasse hinsieht. Sie enthalten die Papillen von gleicher Form. Die Hornmasse ist aber nicht zwischen den Hohlräumen gleichmässig vertheilt, sondern in concentrischen Schichten um diese angeordnet, so dass sie also aus einzelnen Hornröhren zusammengesetzt zu denken ist, die aus ,in ihren Wandungen concentrisch geschichteten, Hornschichten bestehen. Die zwischen den Hornröhren zurückbleibenden Interstitien werden von einer scheinbar mehr unregelmässigen Hornmasse ausgefüllt. Ferner lehrt die Untersuchung, dass die Wandungen der Hornröhren grade umgekehrt wie der darin enthaltene Hohlraum nach dem Grunde hin an Dicke ab, nach der Spitze an Dicke zunehmen.

Die aus dem Querschnitt entnommenen morphologischen Verhältnisse des Hornes lassen sich nun auch durch Längsschnitte d. h. der Axe der Hornröhren parallel verlaufende Schnittchen controliren. Es zeigen sich dann die erwähnten konischen Hohlräume in der genannten Form von der zum Theil vertrockneten, zum Theil noch lebenskräftigen Papille und einzelnen Hornplättchen gefüllt. Zuweilen gelingt es, ein in die Basis eintretendes Gefässchen zu sehen. Die um diese Hohlräume befindliche Hornmasse zeigt sich fein längs gestreift, soweit sie der Wand der Hornröhre angehört, und wird an der Stelle, wo die Interstitien sich befinden, durch breite Streifen in, den einzelnen Hornröhren entsprechende, Abtheilungen geschieden.

Aus den morphologischen Verhältnissen des Hufes lässt sich folgendes Resultat für sein Wachsthum und seine Regeneration gewinnen.

Die Papille zunächst geht durch die ganze Dicke der Hornmasse hindurch und wird mit

dieser an der freien Oberfläche der Abnutzung unterworfen. Daraus folgt, dass die Papille in einem fortwährenden Wachsthum gleichzeitig mit der Hornmasse begriffen ist. Die Untersuchung lehrt ferner, dass die Papille eine konische Form besitzt, und daraus folgern wir, dass sie während der Zeit ihres Wachsthums fortdauernd an Dicke abnimmt, und schliesslich atrophirt und vertrocknet.

In Bezug auf die Hornröhren und ihr Wachsthum ist der Umstand von Wichtigkeit, dass die Wandung am Grunde am dünnsten ist und an der freien Fläche gleichzeitig mit Abnahme der Papille sich mehr und mehr verdickt. Daraus wird gefolgert, dass die Hornröhren als der wichtigste Theil der ganzen Hornmasse beim Fortwachsen auf der ihnen zur Matrix dienenden Papille unter Abnahme des Volumens derselben allmählich durch stetigen Ansatz neuer Schichten von Hornzellen an Dicke zunehmen. Als Matrix für die in den Interstitien gelegene Hornmasse muss wohl die zwischen den Papillen liegende Partie des Corium's angesehen werden.

Für das Verständniss des Wachsthumsverhältnisses im Epithelialkrebs glaube ich darauf aufmerksam machen zu müssen, dass für die eben beschriebene Art des Wachsthums und der Regeneration wie sie beim Huf stattfindet, drei wichtige morphologische Verhältnisse gegeben sind.

Erstens, die Anwesenheit von konischen Höhlungen, die durch die Hornmasse hindurchziehen, in welchen zugleich die Papille in lebenskräftigem oder vertrocknetem Zustande enthalten ist.

Zweitens, die Zusammensetzung der Hornmasse aus Hornröhren mit concentrischer Schichtung an der Wandung.

Drittens, die stetige Zunahme der Dicke in der Wandung der Hornröhren vom Grunde der Matrix nach der freien Fläche hin und die entsprechende Abnahme der Höhle der Röhren.

Dieselben Verhältnisse zeigt auch das Fischbein. Ich übergehe ihre weitere Auseinandersetzung und verweise nur auf Fig. III. der beigegebenen Tafel.

Pathologische Anatomie des Epithelialkrebses.

Ich wende mich nun zur Beschreibung des Epithelialcarcinom's. Die operirten Theile waren meist von der Lippe, dann von der Wange, dem After, der Zunge.

Bei Beobachtung mit unbewaffnetem Auge erscheint der Epithelialkrebs als eine knollige, warzige, Granulationen nicht unähnliche Masse. Zwischen den einzelnen Höckern sind Risse, aus denen eine braunröthliche Flüssigkeit hervordringt, die zum Theil eintrocknet, und die Wucherung bedeckende Schorfe bildet. Selten sind die Theile ganz glatt, meist von maulbeerartigem Ansehn oder bei bedeutenderer Entwickelung von fungösem, blumenkohlartigem Habitus. Auf der rothgefärbten Oberfläche des Epithelioms zeigen sich dunklere Punkte in zahlreicher Menge eingestreut. Drückt man diese Theile mit den Fingern, so kann man einerseits aus den dunklen Punkten Blut entleeren, andererseits quellen zwischen ihnen wie beim Drucke auf Comedonen kleine Pfröpfe jener braunröthlichen Masse, die das ganze Gebilde besonders in den Spalten und Rissen durchsetzt, hervor.

Mit der Loupe untersucht bildet die epitheliale Wucherung mehr oder weniger denselben Anblick dar. Man erkennt, dass die intensiv rothen, zerstreuten Punkte von Gefässchen herrühren.

Im getrockneten Zustande liefern die Querschnitte dasselbe Bild von eingetrockneten Blutpunkten, um die eine sehr spröde, in einzelne Schüppchen zerfallende Masse abgelagert ist. Dass diese Masse in concentrischen Ringen die dunkleren Punkte umgiebt, ist an einzelnen Stellen wahrscheinlich, lässt sich aber bei so schwacher Vergrösserung nicht genau constatiren.

Wichtiger sind zum Verständniss die durch die Dicke der Haut und parallel der Axe der Papillen gemachte Schnittchen; (vergleiche die Zeichnung, Taf. II. Fig. VI, die von der Unterlippe genommen ist). Abgesehen von dem Substrat der operirten Theile, das je nach dem Sitz des Uebels verschieden ist, sieht man an möglichst verticalen Schnitten Folgendes: Aus dem Papillar-Körper der Haut erheben sich Papillen als fadenförmige Verlängerungen des Substrats, welche wuchernd die Hornmasse durchsetzen. Zuweilen entdeckt das Auge in ihnen vertrocknetes Blut. Der Raum zwischen diesen Ausläufern wird von einer undeutlich gestreiften Hornmasse erfüllt, die nach der Basis der Matrix schmäler ist, als nach der Oberfläche der Wucherung. Die sehr langen Papillen gehen bis an den freien Rand oder verschwinden mit ihrer Spize im Parenchym, je nachdem sie in ihrer ganzen Länge oder in grössern oder kleinern Abschnitten getroffen wurden.

Ein vollständiges Verständniss dieser Theile bietet meist die mikroskopische Untersuchung. Querschnitte wie Fig. IV. zeigen einzelne Lücken, um die in concentrischen Kreisen, der Höhle zunächst dichter gedrängt und dunkler, weiterhin weniger dicht und desshalb heller, deutlich gekernte Hornzellen zur Anschauung treten. Zuweilen befindet sich im Innern dieser concentrischen Hornablagerungen statt der Lücke eine scharf und dunkel begränzte, granulirte Masse. Hie und da theilt sich diese Masse in zwei kreisförmige Abschnitte und lässt Reste eingetrockneten Blutes und Hornzellen wahrnehmen. Eine lockere Anhäufung ähnlicher Masse erfüllt die Interstitien der einzelnen, concentrisch um die Lücken gelagerten Hornringe, ja sie wird an einigen Stellen sehr bedeutend. Auffallend ist schliesslich noch, dass es vorkommt, dass zwei oder auch drei solcher beschriebenen Hornringe zusammen noch einmal statt von granulirter Interstitial-Masse, von einem neuen Hornring, der ebenfalls concentrische Schichtung wahrnehmen lässt, umgeben sich darstellen. Je näher die Schnitte der Oberfläche der Wucherung geführt werden, um so zahlreicher und breiter sind die Ringe von Hornzellen, welche die Lücken umgeben, und um so kleiner sind die Lücken, um so geringer die Masse ihres Inhalts. Umgekehrt nehmen diese an Grösse zu, und die concentrischen Ablagerungen werden geringer, je näher der Schnitt der Matrix geht. Die Eigenthümlichkeit der concentrischen Hornzellen-Ablagerung um mehrere concentrische Ringe zeigt sich nur in der Höhe der Wucherung; gegen das Substrat hin findet sich an solchen Stellen eine grössere Lücke, entsprechend dem Raume der in einen grossen Hornring eingeschachtelten kleinen Hornringe.

Ich füge hier gleich die Resultate der Untersuchung von senkrecht durch die Haut geführten Schnittchen bei. Nach langer vergeblicher Mühe gelang es mir endlich in dem nach allen Seiten hin wuchernden Gebilde einen Schnitt längs der Matrix der Papillen und in der Länge der Papillen zu führen; er ist in Fig. V. abgebildet. Von dem Papillar-Körper aus erheben sich unten sehr breite kegelförmige Papillen, welche die konischen Hohlräume, die von der Hornmasse gebildet werden, ausfüllen. Die Hohlräume selbst haben ihre Spitze nach oben, ihre Basis nach unten. Die Hornmasse

erscheint meist undeutlich längs gestreift und bietet zuweilen, wenn die Begränzungslinien der Zellen unter einander in den einzelnen Schichten auf einander stossen, eine undeutliche Querstreichung dar. Die Oberfläche der Neubildung hat den Habitus einer scheinbar amorphen Masse, in der man bei Behandlung mit Essigsäure und *Kali causticum* auch einzelne Hornzellen unterscheiden kann. Sie wird hie und da von Papillen durchbrochen. In jede dieser kegelförmigen Papillen geht meist nur ein Blutgefäss, welches an der Spitze des Kegels dicht unter der Borke liegt und wieder zurückkehrt.

Ich will hier darauf aufmerksam machen, dass bei der Beobachtung der Präparate, welche zur Untersuchung dienten und welche gewöhnlich nach vorherigem Kochen mit Essigsäure getrocknet wurden, durch beim Trocknen entstandene Risse und durch Blut, welches in diese Risse eingedrungen ist, Erscheinungen sichtbar wurden, die leicht zu Täuschungen Anlass geben können, die sich aber nach Behandlung mit *Kali causticum* bald als nicht zur Structur des Epithelial-Krebs gehörig zu erkennen geben.

Erläuterung des pathologischen Bildungsprocesses im Epithelialkrebs.

In früherer Zeit machte man keinen Unterschied zwischen Epithelialkrebs und Carcinom überhaupt, bis Rokitansky (Handbuch der pathol. Anatomie) zuerst diese Neubildung von den unter dem Namen Carcinom zusammengefassten Geschwülsten abgrenzte, ohne jedoch auf die histologischen Verhältnisse einzugehen. Erst Ecker (Archiv für physiol. Heilkunde 1844) stellt die Textur des Epithelioms den Papillargeschwülsten gleich. Lebert (Phys. path. 1845) verglich sie mit dem histologischen Verhalten ulcerirender Warzen, eine Ansicht, die Frerichs (Jen. Annalen 1840) und Hannover (das Epitheliom 1852) durch ihre Untersuchungen bestätigten. Später unterschied Bruch (Diagnostik der bösartigen Geschwülste 1847) und Virchow (Verhdl. der Würzburger Gesellschaft 1850) die Wucherung normaler Epidermis und die selbstständige Entwickelung neugebildeter Zellenmassen. Förster, Schuh und Paget endlich suchten die Selbstständigkeit der primären Entwickelung des Epithelioms, die unabhängig von der Epithelialausbreitung ist, nachzuweisen.

Im Allgemeinen also sind die Untersuchungen dahin gelangt, dass man das Epitheliom als eine Wucherung des Papillarkörpers mit concentrischer Ablagerung von Epithelialzellen betrachtete, die man gewöhnlich als Nester bezeichnet hat.

Zur Beurtheilung des pathologischen Bildungs-Processes, der in dem Epithelial-Krebs vorliegt, scheint es nunmehr angemessen, die morphologischen Verhältnisse der Cutis und Epidermis zum Vergleich hervorzuheben. Wir haben es in der normal beschaffenen Haut gleichfalls mit Papillen und einer in fortdauernder Regeneration begriffenen Epidermis zu thun; es hat sich aber gezeigt, dass diese Papillen nicht über das Niveau der malpighischen Netzschicht hinausgehen und dass der eigentlich hornig gewordene Theil der Epidermis aus einzelnen, über die ganze Fläche des Malpighischen Netzes mit seinen Papillen ausgebreiteten und über einander gelagerten Schichten besteht Ein Schnitt durch die Dicke der Epidermis lässt einen welligen Verlauf der einzelnen Schichten

erkennen, entsprechend den Erhebungen und Vertiefungen, welche die Oberfläche des Corium's mit ihren Papillen bildet. Hie und da ziehen durch die Dicke der Epidermis die Ausführungscanälchen der Schweissdrüsen, die Haare und die Ausführungsgänge etwa freistehender *glandulae sebaceae*. Wählt man Flächenschnittchen der Cuticula zur Untersuchung, so bieten dieselben keine durch concentrische Streifung ausgezeichnete Hornringe dar. Man sieht vielmehr namentlich nach Anwendung von Kali mehr oder weniger regelmässig neben einander gelagerte Hornzellen; nur an den Stellen, wo die durch die Cuticula hindurchtretenden, oben bezeichneten Bestandtheile sich befinden, erscheinen die darum gelegenen, nächst anstossenden Hornzellen entsprechend der Lücke angeordnet. Man kann durch diese an die Existenz von Hornringen erinnert werden, doch ein genauer Vergleich der wirklichen Hornringe, wie wir sie beim Huf u. s. w. kennen gelernt, zeigt sofort das gänzlich Verschiedene.

Ganz anders ist die Beschaffenheit der Cutis, wo der Epithelialkrebs sich vorfindet. Papillen dringen bis zur Oberfläche vor, und gehen in die Hornschicht hinein, die Hornmasse selbst erscheint in concentrischen Schichten um diese Papillen geordnet und bildet deutliche Hornringe, deren Wandung an der Basis der Papille am dünnsten ist, und nach der Spitze allmählich an Dicke zunimmt. Zwischen den Hornröhren finden sich Hornzellen locker aufgehäuft, ebenso in der nächsten Umgebung der Papille selbst (sogenannte Nester der pathologischen Anatomen).

Es spricht sich also ein sehr wesentlicher Unterschied in dem morphologischen Verhalten der Cutis beim Epithelialkrebs und im normalen Zustande aus, ein Zustand, der in allen wesentlichen Beziehungen mit den morphologischen Verhältnissen, welche wir beim Huf und Fischbein kennen gelernt haben, übereinstimmt.

Wir haben es hier wie dort mit einer Hornmasse zu thun, die aus Hornröhren zusammengesetzt ist, zwischen denen sich noch mehr oder weniger locker angehäufte Hornzellen finden. Die Wandung einer jeden Hornröhre ist hier wie dort am Grunde der Matrix am dünnsten und nimmt nach der Oberfläche zu. Wir sehen endlich sowohl beim Huf als beim Epithelialcarcinom die Höhle der Hornröhre in der Nähe des Substrates am weitesten, nach der freien Oberfläche hin conisch auslaufen, wir sehen endlich, dass diese Höhle gefüllt ist mit einer entsprechend conisch geformten Matrix und daneben mit noch einzelnen Hornzellen. Wir sind demnach zu dem Ausspruche berechtigt, dass das allgemeine Bildungsgesetz des Wachsthums und der Regeneration, das unter normalen Verhältnissen am Hufe und Fischbein sich zu erkennen giebt, im Epithelialkrebs unter pathologischen Verhältnissen und am unrechten Orte gegeben ist; dieses Bildungsgesetz characterisirt sich aber dadurch, dass bei dem Wachsthum und der Regeneration des Horngebildes nicht blos die Hornsubstanz, sondern auch die Matrix mit betheiligt ist. Mit Rücksicht auf dieses Bildungsgesetz ist auch ohne Schwierigkeit das auffällige Auftreten von Haupthornröhren mit eingeschachtelten kleinen Röhren zu erklären. Man hat es hier mit einer Papille zu thun, die ursprünglich als Stamm in einer der Haupthornröhre entsprechenden Dicke hervortritt, und auf ihrer Oberfläche die Bildung der Haupthornröhre gestattet, die aber weiterhin in eine

der Anzahl der eingeschachtelten Hornröhren entsprechenden Gruppe von Zweigpapillen auswächst, und dadurch Veranlassung zur Bildung der eingeschachtelten Hornröhren wird.

Der Epithelialkrebs zeigt aber in seiner Bildung einen nicht zu übersehenden Unterschied vom Huf und Fischbein. Beim normalen Hufe sehen wir zeitig die Papille abgerieben und abgestossen werden. Beim Epithelialkrebs jedoch bleibt die Papille, wie es scheint, bis zur Oberfläche lebenskräftig und giebt desshalb so leicht Veranlassung zu Blutungen, und dieses Blut mit der zertrümmerten Hornmasse bildet die den Epithelialkrebs überziehende Borke. Ausserdem ist noch hervorzuheben, dass die Hornmasse eine grössere Entwickelung am Hufe erreicht, als am Epithelialcarcinom.

Erklärung der Abbildungen. (Taf. II. 1—6.)

Fig. 1. Mikroskopischer Querschnitt von der äusseren Oberfläche der Hufsohle.
a. Kreisförmige Lücken, dem Orte der Matrix entsprechend. b. Dichtere Hornablagerung um diese kreisförmige Lücken. c. Hornzellen der peripherischen Theile der Hornringe. d. Interstitielle Masse.

Fig. 2. Mikroskopischer Querschnitt, näher der Matrix der Hufsohle entnommen.
a. Kreisförmige Lücken, um so grösser je näher dem Grunde der Matrix des Hufes gelegen. Zum Theil ist der Inhalt herausgefallen, zum Theil mit den Resten der atrophirten Matrix gefüllt. b. c. d. wie bei Fig. 1.

Fig. 3. Mikroskopischer Querschnitt von der Walfischbarte.
a. b. c. d. Dieselben Verhältnisse wie bei Fig. I. u. II.

Fig. 4. Mikroskopischer Querschnitt von einem Epithelialkrebse der Lippe.
a. Kreisförmige Lücke, der Papille entsprechend. Zuweilen ist die Lücke mit einer dunkel granulirten Masse erfüllt, die sich hie und da in zwei kreisförmige Abschnitte theilt. b. Concentrische Kreise, welche der Höhle zunächst liegen, dichter gedrängt und dunkler sind. c. Weiter entfernt gelegene Hornringe, in denen die deutlich gekernten Hornzellen zur Anschauung treten. d. Interstitialmasse zwischen den einzelnen Hornringen, welche um die Lücken gelagert sind.

Fig. 5. Senkrechter Schnitt durch den Epithelialkrebs der Lippe. (20malige Vergrösserung.)
a. Papillarkörper der Haut der Lippe, von welchem breite, kegelförmige Papillen ausgehen, welche die conischen Hohlräume ausfüllen. b. c. Hornmasse, undeutlich längs gestreift. d. Interstitielle Masse. e. Fett.

Fig. 6. Längsschnitt des Epithelialkrebses der Lippe, zweimal vergrössert.
a. Durchschnittene epitheliale Wucherung der Haut der Lippe. Man sieht im Längsschnitt die längs durchschnittenen Papillen mit der um sie gelagerten Hornmasse. b. Schleimhaut. c. Aeussere Haut mit Haaren. d. Durchschnittener Sphincter oris. e. Durchschnittene Haare. f. Drüsen (*Glandulae labiales.*)

Mikroskopische und chemische Untersuchung eines Lithopädions

von

Dr. Klopsch,

Assistent am Königl. physiolog. Institut zu Breslau.

Seit Dr. Wilhelm Kieser in seiner fleissigen Arbeit: „Ueber das Steinkind von Lainzell" (Stuttgart 1854) fast alle in der Literatur bekannt gewordenen Fälle von Lithopädien zusammengestellt hat, ist für die Geschichte der Lithopädien nichts mehr zu thun übrig. Und wenn selbst jenseits oder diesseits des *Lithopaedion Senonense*, des ersten im Jahre 1582 beschriebenen Steinkindes, sich noch irgend wo ein Lithopädion beschrieben fände, so möchte doch für unsere Zeit eine solche Bereicherung des statistischen Nachweises kein sonderliches Interesse mehr haben. Die Lithopädien der älteren und neueren Zeit gehörten im besten Falle den Geburtshelfern und Operateuren, wenn sie nicht wie das Lithop. von Sens als seltsame Naturspiele unter den *Naturae curiosis* verhandelt wurden. Für jene waren sie Anlass, die Schicksale des extrauterinal gelagerten Foetus zu erörtern und wunderliche Theorien über die Ursachen der Versteinerung menschlicher Früchte aufzustellen. Man beschuldigte die Kälte, eine eigenthümliche Neigung zur Versteinerung, einen besondern *Succus lapidificus*, als die ursächlichen Momente, welche die Verhärtung oder Versteinerung mancher über die gesetzmässige Zeit im Mutterleibe zurückgehaltenen Früchte bedingten und glaubte damit die Frage nach der Genese dieses naturwissenschaftlichen Processes genugsam beantwortet zu haben. Ueber die wichtigste Thatsache, die sich in den hervorragendsten Fällen von Lithopädien, wie in dem von Muehlbeck, Walter, Hamilton, Cheston den Beobachtern aufdrängte — über das Fehlen einer normalen Placenta in diesen Fällen — ging man ziemlich oberflächlich hinweg. Mit einem Wort — man nahm bis in die neueste Zeit das Vorkommen von Lithopädien als eine interessante pathologisch-anatomische Thatsache hin, — man beschrieb die Steinkinder genau als naturhistorische Seltenheiten, aber man forschte den Bedingungen ihres Werdens nicht nach, man versäumte, die an ihnen zu Tage tretenden Erscheinungen unter einem allgemeinen und höheren, unter dem genetischen Gesichtspunkte zu betrachten. — Dieser Gesichtspunkt ward inzwischen in neuester Zeit gewonnen. Wie allmählich die gesammte Lehre von der pathologischen Neubildung sich dem mütterlichen Boden der normalen Entwickelungsgeschichte zuwandte, wie die Ueberzeugung Platz griff, dass die embryonale und pathologische Neubildung ihrer Genese nach identisch seien — so musste auch das Verlangen

rege werden, die pathologisch so oft auftretende regressive Umwandlung der Gewebe, die histologische und organologische Rückbildung unter normalen Verhältnissen, innerhalb eines gesun- Mutterorganismus zu studiren.

Dieses Verlangen trieb in den letzten Jahren zu den experimentellen Versuchen, welche in Bezug auf die Fettbildung nach dem Erscheinen von Virchow's ausgezeichneter Arbeit über die Fettmetamorphose von Wagner, Middeldorpf, Donders, Burdach und Husson zur Aufklärung der Frage über die chemische Umsetzung eiweissartiger Stoffe in Fettsubstanz angestellt wurden. Man hoffte, durch mikroskopische und chemische Erforschung derjenigen Veränderungen, welche in thierische Körper eingeführte, möglichst fettfreie Eiweisskörper nach längerer Zeit erleiden, jene Frage entscheiden zu können. So führte Middeldorpf Fragmente von Rippenknorpeln und Knochenstückchen in die Bauchhöhle von Tauben ein, und fand, dass dieselben nach etwa 10 Wochen mehr oder weniger resorbirt und mit Fett durchsetzt waren, welches selbst die sternförmigen Knochenkörperchen erfüllte. Donders hatte Sehnen, Knorpel und Hornhautsubstanz gleichfalls in der Bauchhöhle von Thieren geborgen und wollte finden, dass nur der Zellinhalt bei der Fettmetamorphose betheiligt sei. Gegen die letztere Aufstellung erklärte sich Burdach. Er wählte zu seinen Untersuchungen einmal Objecte, welche aus ihrer Umgebung kein Fett aufnehmen konnten, bei denen also alles auftretende Fett lediglich durch Umsetzung der Eiweisskörper sich zu bilden vermochte, wie die im Wasser sich entwickelnden Eier von *Limnaeus stagnalis*, — andererseits umhüllte er Eiweissstückchen und Linsen luftdicht oder wenigstens vollkommen ohne Lücken mit Collodium, Kautschuk und organischen Häuten, um jedes Eindringen von Fett aus der Umgebung zu verhüten. Seine Resultate fasste Burdach in folgende Sätzen zusammen: Die Verfettung erfolgt auch unabhängig von vorhandenen Zellen an Eiweissstückchen, die jeder Structur entbehren; sie beginnt in der Peripherie und dringt, wie schon Middeldorpf hervorhebt, allmählich gegen die Mitte des implantirten Stückes vor; sie tritt nur dann ein, wenn die organischen Säfte zum implantirten Präparate vordringen können, während die thierische Wärme allein und der Austausch der Gase durch die Umhüllungen hindurch keine Veränderung bewirken; es lassen sich endlich zwei Fettarten an den veränderten implantirten Stücken unterscheiden, von denen die eine Art gelblich käseartig ist und stets in der Umgebung des Präparates oder deren umhüllenden Kapseln angetroffen wird, die andere dagegen von mehr weisslicher Farbe in feinen Körnchen und Körnerhaufen die Substanz des Präparates selbst durchsetzt.

Die letztgenannte Reihe der Burdach'schen Versuche kann nur zur Beantwortung der Frage dienen, wie sich aus lebendigen, zu dem implantirten Stücke zugeführten Säften Fett in ein an und für sich amorphes Gewebe ablagere, denn gekochtes Hühnereiweiss muss dem Blute sowie Exsudaten gegenüber bei der Temperatur des thierischen Körpers als eine völlig stabile Verbindung betrachtet werden, deren Zusammensetzung nur durch den Verlust des Wassers und der darin suspendirten Salze alterirt werden kann. In der That sah Burdach bei völligem Abschluss der organischen Säfte niemals Fettumwandlung an den Eiweisskörpern auftreten. Ich selbst fand an Stücken gekochten Eiweisses, die durch einen Guttaperchaguss vollständig von der atmosphärischen Luft abgeschlossen

waren, auch nach 3 Monaten keinerlei Veränderungen, ausser den Formveränderungen, die bei dem Erstarren der Guttaperchakapsel eingetreten waren. Ein vermehrter Fettgehalt dieser Eiweissstückchen war weder auf chemischem noch auf mikroskopischem Wege nachweisbar. Husson freilich sah an einem angeblich luftdicht abgeschlossenen Stückchen Hühnereiweiss in der Bauchhöhle einer Gans den Fettgehalt von 0,03 auf 0,51 steigen. Ob hier doch vielleicht die schützende Decke eine Lücke geboten hat, für das Eindringen der thierischen Säfte? Wie dem auch sei, gewiss ist, dass die von Wagner angeregte, ebenerwähnte Untersuchungsmethode über die Umsetzung der Albuminate in Fette im Ganzen für das Studium der regressiven Metamorphose im Thierleibe noch wenig Früchte getragen hat.

Neben diesen experimentellen Versuchen gewann daher in letzter Zeit die Untersuchung der Lithopädien eine besondere Bedeutung. Sie bieten uns in vielen Fällen und mehr oder weniger vollständig einen geschlossenen Organismus dar, der durch zureichende Nahrungsaufnahme sich normal bis auf einen gewissen Punkt entwickelte, und zwar bis zu dem Augenblick, wo die Nahrungsquelle sich als unzureichend für die wachsenden Bedürfnisse des Organismus erwies; sei es weil überhaupt die Nährorgane des Mutterbodens nicht ausgebildet waren, wie bei fehlender oder doch zu gering entwickelter Placenta, oder weil der kindliche Organismus durch irgend welche Verhältnisse über die gesetzmässige Zeit hinaus in dem mütterlichen Organismus zurückgehalten wurde. Von diesem Augenblick an, wo sich für den wachsenden kindlichen Organismus ein Deficit an Nahrung herausstellte, begann die regressive Metamorphose, der Schwund des Gesammtorganismus, wie seiner einzelnen Theile unter Umwandlungen, die ebenso wohl physikalisch, wie chemisch bestimmbar sind. Diese Fälle, in welchen ein über die gesetzmässige Zeit im Mutterleibe zurückgehaltener oder in seiner Ernährung gestörter Foetus nicht verjaucht und durch Eiterung ausgestossen wird, sondern verschrumpft, erhärtet und alle chemischen Umwandlungen der regressiven Metamorphose erfährt, sind höchst selten. Eben darum aber und weil sie das reinste und von keinem pathologisch-dyskrasischen Elemente getrübte Bild eines in seiner Rückbildung begriffenen, oder unter sorgfältigem Abschluss der atmosphärischen Einflüsse bereits vollständig zurückgebildeten Gesammtorganismus bieten, sind sie von höchstem Interesse.

In diesem Sinne glauben wir auch die nachfolgenden Untersuchungen über eine im Uterus einer Kuh gefundene Steinfrucht mittheilen zu dürfen, welche vor längerer Zeit dem hiesigen physiol. Institut überbracht und von Herrn Staatsrath Reichert mir in ihren einzelnen Theilen zur Untersuchung überlassen wurde. Es ist kein *casus rarus*, den wir mittheilen — denn unsere eingetrocknete Frucht ist einmal kein Lithopädion im strengen Sinn des Wortes, sondern ein Dermatopädion, eine Lederfrucht, geschrumpft, erhärtet, aber ohne Kalkablagerungen. Andererseits kann ich mich für die Allgemein-Beschreibung nur auf kurze Notizen der ersten Beobachter stützen, da ich das Lithopädion nie in toto gesehen habe und endlich bedaure ich, dass zum Zweck früherer aber unvollendet gebliebener Untersuchungen ein grosser Theil des vorhandenen Materials, namentlich von der Fettmasse der Schädelhöhle bereits verarbeitet war, so dass ich für die chemische Untersuchung

der Fette nur geringe Mengen zur Verfügung hatte. Nichtsdestoweniger bot unter dem oben angeführten allgemeinen Gesichtspunkt unsere Untersuchung manches Interesse dar.

Der Kalbsfoetus im Gewicht von 10½ Pfd. lag im Körper der Gebärmutter nach der linken Seite hin, das linke Horn nicht ganz ausfüllend. Das rechte Horn enthielt keine foetalen Theile, sondern war mit einer dunkelgelbbraunen, zähen, mit Umbraerde vergleichbaren Masse gefüllt, welche sich auch in das linke Horn verbreitete und den gesammten Foetus bedeckte. Das *Os uteri*, von zungenförmig vorspringenden Lappen besetzt, war mit zäher Gallertschleimmasse verstopft. Die ganze innere Oberfläche der Gebärmutter zeigte stark injicirte, jedoch nicht deutliche capillare Gefässe. Am ganzen Uterus war keine Spur von Cotyledonen zu entdecken; es mangelte jede placentare Bildung. Im Uebrigen war der muskuläre Theil ebenso — wie die Schleimhaut des Uterus normal, abgesehen davon, dass die Schleimhautoberfläche namentlich im linken Horn hier und da Hydatidenbläschen zeigte. —

Die im ganzen Uterus abgelagerte braune Masse bestand ebenso wie die gallertartige, mehr oder weniger farblose im *os uteri* aus Cylinderzellen, reinen Kernen, Schleimkörperchen und grossen rothen Tropfen. In der Nähe der Uterinschleimhaut waren die Cylinderzellen häufiger, entfernter davon, überwogen die Schleimkörperchen. Die grossen Tropfen, „dem Anschein nach durch Hämatin roth gefärbte Fetttropfen", gehörten allen Theilen der Masse gleichmässig an und neben ihnen fanden sich in mässiger Anzahl Krystalle — rhombische Säulen mit abgestumpften Endflächen vor. Unversehrte Blutkörperchen waren fast nirgends zu entdecken.

Um das mikrochemische Verhalten dieser braunen Pigmentmasse zu studiren, standen mir leider nur sehr geringe Quantitäten zu Gebote. Die grosse Menge des zähen Stoffes war bei dem Durchsägen des Lithopädions beseitigt worden, und nur geringe Reste davon waren zwischen den Haaren am Felle des Fötus zurückgeblieben. Diese Reste zeigten folgende Beschaffenheit. Sie stellten feste trockene Körner, von dunkelbrauner Farbe dar, die gepulvert unter dem Mikroskop bei geringer Vergrösserung theils als dunkles, feines amorphes Pulver, theils von undeutlich krystallinischer Form erschienen. Im Wasser war dies Pulver nicht löslich, sondern blieb in demselben suspendirt und theilte ihm eine schmutzig braune Färbung mit. Ebenso erschien dies Pulver in Wasser, Alcohol, Aether, verdünnten Mineralsäuren und Essigsäure nur zum geringsten Theile löslich. Mit concentrirter NO_5 löste es sich unter Entwicklung von NO_4 zu einer braunen Flüssigkeit. Wurde dieselbe mit Wasser verdünnt, so fiel auf Zusatz von Kalilauge wiederum ein lichtbraunes Pulver heraus. Aetzkalilösung löste das Pulver unvollkommen auf. Zusatz von concentr. SO_3 bewirkte Lösung zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit. — Auf dem Platinblech erhitzt schmolzen die Pigmentkörner nicht, sondern verbrannten hellleuchtend zu einer gelblich gefärbten Asche ohne ammoniakalischen Geruch. In der Asche war nur eine Spur Chlornatrium und von $Fe_2\ O_3$ mit Sicherheit nachzuweisen. Wie man sieht, stellen diese Reactionen die unser Lithopädion umgebende braune Masse in eine Reihe mit dem Hämatoidin und dem Melanin. —

Bei stärkerer Vergrösserung ($^1/_{100}$) unter das Mikroskop gebracht, zeigten sich in der

gepulverten braunen Masse, neben den Resten der durch Austrocknung zerstörten, oben erwähnten Zellkörper (Cylinderepithelien, Schleimkörperchen):

1) Rostfarbene Körner von unregelmässig rundlicher Gestalt, unveränderlich in Alcohol, Aether und Jodtinctur, lösl. in Kali und kaustischem Ammoniak; auf Zusatz von SO_3 grünlich, bläulich und schliesslich schmutzig rosa gefärbt — also nach Mercier und Robin Hämotosinkörner, nach Virchow's älterer Bezeichnung amorphes Hämatoidin.

2) Farbige Fetttropfen, vom Orangegelben bis ins Purpurrothe. Die Reactionen characterisirten auch bei diesen den färbenden Stoff als Hämotoidin.

3) Hämatoidinkrystalle in sehr geringer Anzahl theils als feine orangegelbe Nadeln, theils als rhomb. Tafeln mit schief angesetzter Endfläche. Diagnose durch die SO_3 Reaction. Es ist nicht zu zweifeln, dass die Spuren von Fe_2O_3, welche sich in der Asche der pigmentirten Masse zeigten, auf Rechnung dieser Hämatoidinkrystalle zu setzen seien, wenn anders die Unterscheidung richtig ist, die Robin und Mercier aufgestellt haben, dass das amorphe Hämatoidin Virchow's, von ihnen, Hämatosin genannt, eisenfrei, das krystallinische Hämatoidin dagegen eisenhaltig sei. Die Acten darüber sind noch nicht geschlossen.

Diesen Bestandtheilen nach reiht sich somit die braungelbe Masse, welche unser Lithopädion umgab, den pigmentirten Exsudaten an, wie sie in den Ureteren, den Graafschen Follikeln, in Abscessen, in Krebsen, in der *glandula thyreoidea* und anderwärts gefunden wurden. Warum bei diesem Lithopädion die Umgebung desselben aus einer Masse bestand, die so reichlich Blutfarbstoff und die auf dem Wege der regressiven Metamorphose aus ihm hervorgehenden Pigmente enthielt, — und nicht wie bei andern Lithopädien aus einer talgartigen, ungefärbten Masse, ist nicht schwer zu entscheiden. Der völlige Mangel der Cotyledonen, der normalen placentaren Ernährungsstätten bei unserem Fötus musste eine hypertrophische Entwicklung der gesammten Uterinschleimhaut, eine bedeutende Ueberfüllung und Stase in ihren Gefässen und mithin auch die Durchtränkung ihres Secretes mit Blutfarbstoff zur Folge haben, der schliesslich, während die zelligen Elemente der Uterinschleimhaut und ihres Secretes der Verfettung anheimfielen, auch seinerseits die Rückbildung in die ihm verwandten Farbstoffe erfuhr.

Gehen wir nun von seiner Lagerstätte und seiner unmittelbarsten Umhüllung zu dem Fötus selbst über, so zeigt sich an ihm nach erfolgter Durchsägung Folgendes.

Der vollkommen wohlgebildete und dichtbehaarte Fötus war in Eiform zusammengepresst; die Haut und die Weichtheile an Rumpf und Extremitäten erschienen zu dünnen, selbst am Oberschenkel kaum 2 Linien dicken Platten von härtester lederartiger Consistenz verschrumpft, durch welche das Messer kaum vorzudringen vermochte. Kalksalze waren in und an ihnen nicht abgelagert. An die Stelle des Unterhautbindegewebes waren hier und da gelbe Fettmassen, von wallrathähnlicher Consistenz getreten, welche sich mit dem kalten Messer leicht schneiden lassen; Die Knochen waren isolirt; die Gelenkknorpel, die Epiphysen und Apophysen abgetrocknet, sonst aber die Substanz des Knochens vom äussern Anschein nach wenig verändert. Innerhalb der grossen Körperhöhlen zeigten sich alle Eingeweide von bedeutenden Fettansammlungen umgeben. In der Schädelhöhle

bildeten dieselben eine dichte Lage von theils gelbem, theils weissem Fett, welches den gesammten Raum zwischen der *dura mater* und der sehr geschwundenen Hirnsubstanz füllte. Das gelbe Fett, flüssiger als das weisse, lagerte besonders an der *Sella turcica*, in der Gegend des *rete mirabile* und erfüllte die gesammte Paukenhöhle. Die gleiche Fettablagerung setzte sich auch innerhalb der *dura mater* in der Spinalhöhle fort. Das gelbe Fett zeigte nach der ersten flüchtigen Untersuchung sehr kleine aber deutlich strahlig angeordnete Margarinkrystalle, das weisse, trockenere, zahlreiche grosse Büschel von Krystallen und weniger Körnchen als das erstere.

Das Gehirn war wie das Rückenmark in eine relativ trockene, aber auf der Schnittfläche fettig anzufühlende derbe Masse von gelblicher Farbe verwandelt.

In der Brust und Bauchhöhle zeigten sich alle Organe in harte, mit dem Messer schwer oder gar nicht durchschneidbare, schwarzbraune homogene Massen verwandelt, die von allen Seiten reich mit Fett umlagert waren.

Die Specialuntersuchung aller dieser Theile ergab Folgendes:

1) Die Haare. Sie waren vollständig gut entwickelt und zeigten nichts Eigenthümliches.

2) Das Hautsystem, zeigte sich vollkommen normal in allen seinen Untergliedern. Die Epidermiszellen waren wohl entwickelt; die Lederhaut zeigte sich vollkommen normal und mit deutlich wahrnehmbaren Talg- und Schweissdrüsen versehen, nachdem sie durch längere Behandlung mit verdünnter Kalilauge erweicht und aufgequollen war. Bemerkenswerth war, dass auch innerhalb der Haarbälge Körner rostfarbenen Pigmentes wie eingesprengt erschienen. Papillarbildungen waren — wie dies in der Haut behaarter Thiere gewöhnlich ist — nicht wahrzunehmen.

3) Von dem Unterhautbindegewebe und dem Muskelsystem ist wenig mehr übrig; das noch Vorhandene aber im Zustande vollkommener Verfettung. Die chemische Untersuchung der Fettlagen, die hier und da an die Stelle des Unterhautbindegewebes getreten sind, werden wir weiter unten mittheilen; hier nur die mikroskopische Analyse der verfetteten Muskeln. Die Muskeln zeigten unter dem Mikroskop ihre normale rothbraune Färbung; die Querstreifung aber war an ihnen nur in seltenen Fällen und auch dann nur höchst undeutlich wahrnehmbar. Betrachteten wir bei starker Vergrösserung den Längsschnitt eines Primitivbündels, so zeigte sich ebenso zwischen dem Sacrolemma und den zum Bündel vereinigten Primitivcylindern, wie zwischen den einzelnen Primitiv-Cylindern, das Fett wie in langen Perlenschnüren abgelagert. Neben diesen Perlenschnüren von Fetttröpfchen fanden sich in den Zwischenräumen zwischen den Primitivcylindern häufig und in ziemlich regelmässiger Wiederkehr ganze Nester, spindelförmige Hohlräume mit krümlicher Fettmasse gefüllt. Auf dem Querschnitt stellten sich diese Fettmassen als dunkle Körner von unregelmässig rundem Durchschnitt zwischen den querdurchschnittenen Primitivbündeln und Primitivcylindern dar, und laufen mit ihrer Längsaxe stets der Längsaxe der Primitivbündel parallel. Durch Behandlung der Schnitte mit Chloroform liessen sich die krümlichen Fettablagerungen ausziehen und es blieben dann deutliche an den Längs- und Querschnitten gleich wahrnehmbare Lücken zurück. Die eigentliche contractile Muskelsubstanz, war abgesehen von dem Verluste der Querstreifung und der bedeutenden Volumsverringerung, die jedes einzelne Bündel ebenso wie die gesammte Muskel-

Masse erfahren hatte, von jeder Veränderung frei. Die gesammte Fettumwandlung des Muskels ist also lediglich als eine in den interstitiellen Räumen zwischen den Primitivcylindern und Primitiv-Bündeln erfolgte Fettablagerung, oder vielmehr als eine Umwandlung der in diesen interstitiellen Räumen circulirenden Ernährungsflüssigkeit in Fett zu betrachten. Für den Verlust der Querstreifung der Primitivcylinder bei diesen in ihrem Volumen so sehr reducirten Muskeln kann keine genügende Erklärung gegeben werden, so lange wir überhaupt über die Gründe der Querzeichnung nicht im Reinen sind. Nehmen wir aber die Ansicht an, welche Leydig gestützt auf seine ausgebreiteten Untersuchungen bei den Arthropoden aufstellte, dass nämlich der quergestreifte Inhalt der eigentlichen contractilen Muskelelemente aus kleinen würfelförmigen oder auch keilförmigen Körperchen zusammengesetzt sei, und dass die Querstreifung von den zwischen denselben gelegenen und wahrscheinlich mit hellflüssiger Substanz erfüllten Interstitien abhänge — so liegt eine einfache Erklärung dieses Verschwindens der Querstreifung nahe. Denn natürlich wird bei der regressiven Metamorphose eines Muskels die hellflüssige Füllung der Interstitien resorbirt und damit zugleich die Querstreifung aufgehoben.

4) Die Sehnen zeigten ebenso wie die Lederhaut die vollständige Erhaltung ihrer einzelnen Gewebselemente. An sich waren sie allerdings im höchsten Grade geschrumpft, unelastisch, brüchig und splitternd. Wurden sie aber längere Zeit geweicht und mit verdünnter Essigsäure behandelt, so gelang es die vollständige Integrität ihrer Formelemente zu erkennen. In gleicher Weise verhielten sich die sogenannten fibrösen Häute wie die *dura mater*.

5) Der Knorpel bot sich nur als Gelenkknorpel unserer Untersuchung dar. Als solcher war er verschrumpft und verhärtet, übrigens aber wieder gänzlich unverändert. Wurden die Knorpelstückchen in Wasser längere Zeit geweicht, so quollen sie auf und zeigten an feinsten Schnittchen alle Gewebselemente unversehrt. Die Knorpelzellen waren frei von Fett, die Kerne, wenn auch verkleinert, doch wohl erhalten. Das Gleiche lässt sich

6) vom Knochengewebe sagen. Es bot keine anderen Abweichungen vom Normalzustande dar, als überhaupt getrocknetem Knochen zu eigen sind. Fettablagerungen fanden sich nirgends; dagegen hier und da in den Haversischen Canälchen und den *Lacunis ossium* schwarze Pigmentkörnchen. Gegen chemische Reagentien verhielten sich diese Pigmentablagerungen sehr indifferent; zweifelsohne dürften sie für Melanin gehalten werden, welches sich aus dem Blutfarbstoff des lebendigen Knochens zurückgebildet hat.

7) Gewebe mit selbständig gebliebenen Zellen, das Blut und die Epithelien.

a. Das Blut. Vom Blute findet sich ausser den Pigmenten, die wir bereits besprochen und die der regressiven Metamorphose des Blutfarbstoffs ihre Entstehung verdanken im ganzen Rumpfe und in den Extremitäten des Fötus keine Spur. Das Herz, das wir ebenso wie die Gefässe weiter unten näher besprechen werden, ist ein solider, platter steinharter Körper; die Gefässe sind geschrumpft und vollkommen leer. Nur im Gehirn findet hierin eine merkwürdige Ausnahme Statt. Innerhalb der Schädelhöhle zeigten sich nämlich alle Haupt-Gefässe, insbesondere der *Sinus longitudinalis*, die Basilararterie mit ihren Verzweigungen, der *Ramus communicans* der *Carotis cere-*

bralis, die *Art. fossae Sylvii* und *corp. callosi* mit allen ihren Seitenzweigen bis in die kleinsten Verästelungen hinein wie injicirt mit einer festweichen, nach der Erhärtung in Chromsäure krümlichen Masse, die sich augenblicklich als Fett documentirte. Mikroskopisch zeigte der Querdurchschnitt eines solchen Gefässes:

a. Die Gefässwand. Ohne Zusatz irgend welcher Reagentien erschienen die Gewebe der Arterien vollständig verschmolzen, jede Abgrenzung der einzelnen Häute war verschwunden. Die ganze Gefässwand zeigte sich nur als ein gleichmässiges Stratum von gelblichem Schimmer durch und durch mit feinen dunklen Punkten besät. Zusatz von Essigsäure lichtet und verbreitert die Gefässwand. Es zeigt sich nun, dass an die Stelle der Muscularis feine, punktirte Fettmassen getreten sind, durchsetzt von den Maschen der elastischen Faserzüge. Die Intima liess sich auch jetzt noch nicht bestimmt abgrenzen.

b) Der Gefässinhalt war von Chromsäure violett gefärbt. Aether zieht massenhaft Fett aus. Bei starker Erhitzung auf dem Platinblech liess sich der eigenthümliche, reizende Geruch des entwickelten Acroleins nicht verkennen. Nach dem Verbrennen blieb eine geringfügige Menge weisser Asche zurück, in der sich Kalk nachweisen liess. In heissem Alcohol löste sich der Gefässinhalt fast vollkommen und schied sich aus dieser Lösung beim Erkalten in warzigen Massen aus, wie dies bei stearinsaurem Lipyloxyd häufig der Fall ist. Cholestearinkrystalle kamen merkwürdiger Weise nicht zum Vorschein. War durch diese Versuche schon erhärtet, dass die Injectionsmasse der Gefässe aus Fetten bestand, so musste doch noch näher nachgeforscht werden, ob freie Fettsäuren in derselben vorhanden seien. Es wurde daher der heisse alcoholische Auszug verdunstet, der Rückstand mit Aether aufgenommen, wieder verdunstet und durch wiederholte Behandlung mit Wasser alle darin löslichen Substanzen entfernt. Der Rückstand wurde mit heissem Alcohol aufgenommen und zu dieser Lösung eine alcoholische Lösung von essigsaurem Bleioxyd gesetzt. Es entstand dadurch kein Niederschlag — freie Fettsäuren waren also nicht vorhanden, sondern nur eigentliche Fette.

Feine Querschnitte der Gefässe wurden hierauf unter dem Mikroskop mit 5%iger Natronlauge behandelt, und dadurch der gesammte Gefässinhalt aufgehellt. Es traten nun in der Injectionsmasse hervor: 1) Feinkörnige amorphe Fettmassen, 2) derbe, wurstförmige, das Licht wenig brechende Gebilde, 3) grosse und kleinere Fettkugeln, wie Zellen, die durch festes in ihnen aufgehäuftes Fett bauchig aufgetrieben sind, 4) Zellen mit 2 bis 3 in ihnen aufgehäuften Fettkugeln, 5) Zellen mit feinkörnigem Fettgehalt, die durch Gestalt und Kern sich als verfettete Epithelialzellen kund gaben, 6) endlich Zellen, in welche nur um den Kern eine feste Schicht Fett abgelagert ist. Auf Zusatz einer Lösung von Jod in Jodwasserstoff zeigten sich einzelne Stellen verschieden von der übrigen Masse, stark lichtbrechend, opalisirend ins Violett gehend; andere Stellen wurden dunkelrothbraun gefärbt. Zusatz von SO_3 brachte keine violette Färbung hervor, sondern verbreitete nur die dunkelrothbraune Färbung über den ganzen Schnitt.

Wenn sich nun aus diesen Untersuchungen in der That ergab, dass die Injectionsmasse der Hirngefässe aus Fett bestand, mit einiger Beimischung von Kalksalzen, ohne die gleichzeitige

Gegenwart freier Fettsäuren, so fragte es sich zunächst, wie diese Fettablagerung in die Gefässe gekommen? Der Gedanke, dass eine Infiltration von Aussen her Statt gefunden habe, musste unter allen Umständen ausgeschlossen werden. Feste, bindegewebige, und mit elastischen Fasernetzen versehene Wandungen arterieller Hirngefässe sind nicht auf eine Stufe zu stellen mit den zartwandigen Capillaren, wie sie in den Darmzotten zur Aufnahme des fettreichen Chylus sich finden. Ein Uebergang von Fetten durch dieselben ist in keinem Falle zu statuiren. Es bleiben danach nur die beiden Möglichkeiten übrig, dass das in dem Gefässinhalt präexistirende Fett frei geworden, oder durch eine Metamorphose des Inhalts entstanden sei. Nun wissen wir, dass unser Fall der regressiven Metamorphose eines Fötus in dem gänzlichen Fehlen einer normalen Placentarbildung seine Erklärung fand. Liegt es da nicht nahe, sich des Blutes der Schwangeren zu erinnern, welches bei behinderter Sauerstoffaufnahme ein entschieden milchiges Serum zeigt, ein Serum, aus dessen opalisirender Masse (cf. Virchow Archiv. 1. Bd. 1. Heft. S. 152) sich durch blosses Schütteln mit Aether grosse Mengen Fett ausziehen lassen? In der That erscheint eine hinreichende Sauerstoffaufnahme unumgänglich nöthig, um die in die Blutmasse aufgenommenen Fette zu oxydiren und so für den Organismus verwendbar zu machen; wo also durch Mangel der die Zufuhr des Sauerstoffs vermittelnden Organe die Oxydation des Fettes unterbleibt, oder durch die stellvertretenden capillaren Gefässbildungen nur unvollkommen vor sich geht — da, könnte man sich denken, müsste naturgemäss das Blut allmählich mit Fett überladen werden. Auch in unserem Fötus könnte also dieser Weg der behinderten Sauerstoffaufnahme wegen der fehlenden Cotyledonen zur Fettanhäufung im Blute geführt haben, bis endlich die regressive Metamorphose eingeleitet und das Fett aus seiner Verbindung mit den Proteinsubstanzen abgeschieden worden wäre. Eine solche Ausscheidung könnte man sich, wie schon Virchow (a. a. O.) angiebt, nur so denken, „dass die meist unlösliche Proteinsubstanz in lösliche Extractivstoffe umgesetzt worden, und Fett und Kalk zurückgeblieben sein." Fett und Kalk sind in unserem Falle in den Gefässen zurückgeblieben — mit Wahrscheinlichkeit lässt sich auch annehmen, dass das Blut unseres Fötus einen ausserordentlich starken Fettgehalt gehabt habe — dennoch aber erscheint in Anbetracht der grossen Masse des zurückgebliebenen Fettes, in Anbetracht der vollkommenen Gefässinjection die Annahme geboten, dass hier nicht blos präexistirendes Fett frei geworden, sondern dass auch die im Blute vorhandenen Eiweisskörper sich direct in Fett umgesetzt haben. Leider gestattete die, wenn auch relativ grosse, doch absolut sehr geringe Menge des Materials keine genauere Analyse der Fette — zur Vergleichung mit den normalen Fetten des Blutes und den bei der Fettmetamorphose grösserer Exsudate auftretenden Fettgebilden.

Was die Epithelien betrifft, so habe ich oben bemerkt, dass in der Fettmasse der Hirngefässe verfettete Epithelialzellen deutlich unterschieden werden konnten. In der Aorta aber, und der *Art. pulmon.* zeigte sich keine Spur von einer derartigen Fettdegeneration. Im Oesophagus war das geschichtete Plattenepithel ganz normal, ebenso die Epithelien im ganzen Verlauf des *Tractus intestinalis.*

Das Gehirn- und Rückenmark waren nach der Exenteration des Fötus mit den sie umgebenden Fettmassen in Chromsäure aufbewahrt worden. In Folge dessen waren die schmierig

fettigen Massen, welche am Rückenmark dreimal so dick waren als der Markstrang selbst, theils violett, theils blaugrau gefärbt worden. Schon durch diese verschiedenartige Färbung wurde angedeutet, dass diese Fette aus zwei unter sich verschiedenen Massen beständen. Die eine wurde aus consistenten Blättern und Schollen zusammengesetzt, die zwischen weitmaschigen Bindegewebsnetzen eingelagert waren. Diese durch Chromsäure violett gefärbte Masse schmolz auch in den höheren Temperaturgraden nur theilweise in einem grünen Flusse, war mit dem kalten und warmen Messer schneidbar, brannte mit starker gelber Flamme und mit dem Geruche nach warmen Wachs und hinterliess eine voluminöse Kohle.

Ganz anders verhielt sich die von der Chromsäure blaugrau gefärbte Fettmasse. Sie war talgartig, weich, und bestand aus Fettzellenaggregaten, die ebenfalls in bindegewebigen Netzmaschen lagen. Diese Fettzellenaggregate zeigten ein eigenthümliches Verhalten. Die Fettzellen bestanden in ihren Wandungen unversehrt, und zeigten auf dem Schnitt ein Bienenwaben ähnliches Ansehen; der Inhalt an Fett aber war in grossen strahligen Krystallmassen niedergeschlagen, die über die Zellen hin verliefen. In einzelnen Zellen war der Inhalt noch gesondert, als ein ziemlich grosses Klümpchen erhalten. An andern Stellen wieder sind die Zellen nebst ihrem Inhalt ganz unversehrt, der letztere matt durchsichtig und mit einem grösseren oder mehreren kleinen Kernen versehen. Diese talgartige Masse schmilzt schon bei 45° C. und hinterlässt beim Verbrennen eine viel leichtere und porösere Kohle von blättrigem Gefüge.

Beide Fettmassen aus der Umgebung des Gehirns und Rückenmarks, sowohl die violette als die graublaue wurden nun soweit das geringfügige Material es gestattete einer chemischen Untersuchung unterworfen, und zwar zuerst die Asche, demnächst die Fettmassen selbst und schliesslich suchten wir die Frage zu beantworten, woher die violette Färbung eines Theiles der Fettmassen stamme.

1. Analyse der Asche. Ein Theil der violettgefärbten Fettmasse wurde geschmolzen und verbrannt, die Asche fein verrieben, mit Wasser gekocht, filtrirt, der Rückstand mit heissem Wasser ausgewaschen. Die Reaction des Filtrats war schwach sauer, die Farbe weingelb. (Diese Färbung rührt von Chromsäure her, wie sich nach Zusatz von *Arg. nitr.* durch eine purpurne Fällung nachweist. Es muss also das in der wässrigen und alkalischen Lösung nachgewiesene Oxydsalz durch die Schmelzung wieder zur Chromsäure oxydirt worden sein. Und in der That werden die Chromoxydsalze durch Schmelzung mit kohlensauren Alkalien in chromsaure Alkalien umgewandelt. Solche sind aber, wie wir weiter unten sehen werden, in der That in der violetten Fettmasse enthalten.) —

Zu dem Filtrat wurde ferner zugesetzt: ClH im Ueberschuss — kein Aufbrausen, keine CO_2. Nach der Ansäuerung mit ClH — Chlorbarium zugefügt — weisser in Säuren unlöslicher Niederschlag — SO_3. Mit ClH angesäuert, mit NH_3 abgestumpft — Zusatz von oxalsaurem Ammoniak — weisser Niederschlag — Kalk. Das Filtrat von diesem Kalkniederschlag wurde mit NH_3 und NaO. PO_5 versetzt — kein Magnesianiederschlag. Der Rest der Flüssigkeit, welche auf Magnesia

geprüft wurde, ward abgedampft und der Rückstand mittelst der Weingeistflamme geprüft — violette Flamme. — Platinchlorid giebt nach einiger Zeit einen gelben Niederschlag: Kali.

Nunmehr wurde auch der in Wasser unlösliche Antheil der Asche untersucht. Die mit Wasser erschöpfte Asche wurde mit ClH erwärmt, kein Aufbrausen; zur Trockne verdampft, mit salzsäurehaltigem Wasser wieder aufgenommen. Diese Lösung ergab mit SH — keinen Niederschlag, mit Ammoniak und Schwefelammon — einen blaugrünen Niederschlag von Chromoxydhydrat. Ausserdem sind weder alkalische Erden noch fixe Alkalien zugegen.

In Summa also waren in der Asche dieser violetten Fettmasse enthalten: Chromoxyd, Schwefelsäure, Kalk und Kali. Die Untersuchung der Fettmasse vor der Veraschung ergab folgende Resultate. Die Fettmasse wurde mit Wasser gekocht; bei c. 50° trat theilweise Schmelzung ein. Die flüssige, grünliche Oelschicht erstarrte beim Erkalten zu einer gleichmässigen talgartigen Masse. Das wässrige Filtrat wurde verdampft. Es hinterliess einen geringen Rückstand — aus dem auf Zusatz von ClH keine Fetttropfen austraten. Mithin war eine Fettseife in das wässrige Menstruum nicht übergegangen.

Ein Theil der nach dem Erhitzen mit destillirtem Wasser abgeschiedenen grünen talgartigen Masse wurde mit Alkohol gekocht; der Auszug verdunstet, der Rückstand in Aether aufgenommen, darauf auch der ätherische Auszug verdunstet, und der Rückstand, nachdem er nochmals mit Wasser behandelt schliesslich in heissem Alcohol aufgenommen. Diese alcoholische Lösung ergab mit essigsaurem Bleioxyd einen Niederschlag — es waren also freie Fettsäuren vorhanden. Der Niederschlag von fettsaurem Bleioxyd wurde mit ClH versetzt. Es bildete sich Chlorblei und gleichzeitig traten gelbe Tropfen aus, die auch in niederer Temperatur flüssig blieben — Oleinsäure.

Der in heissem Wasser nicht geschmolzene Theil der Fettmasse wurde mit ClH behandelt. Es schied sich eine Menge gelblichen Fettes ab, welches mit Wasser gewaschen, zwischen Fliesspapier gepresst und hierauf in Alcohol umkrystallisirt wurde. Beim Erkalten schieden sich die characteristischen Krystallformen der Margarinsäure in schönster Reinheit aus. Gleichzeitig wurde in der talgsauren Lösung — eine bedeutende Menge Kalks durch oxalsaures Ammoniak nachgewiesen.

In dieser Fettmasse waren also Margarinsäure und Oelsäure theils mit Kalk, theils frei und wie die Aschenanalyse nachwies auch mit Kali zu einer Seife verbunden vorhanden. — Noch muss ich bemerken, dass das Fett, welches einen Theil des Rückenmarkes von unserem Fötus an einem in Alcohol aufbewahrten Präparate umgab, in gleicher Weise behandelt nicht Margarinkrystalle, sondern namentlich im Anfange der Abscheidung die characteristischen Formen der Stearinsäure zeigte. Es liegt also die Vermuthung nahe, dass durch den Einfluss der Chromsäure die vollkommene Verwandlung aller Stearinsäure in Margarinsäure bei den Chromsäurepräparaten Statt gefunden habe.

Es blieb uns im Laufe unserer Untersuchung noch die Frage zu beantworten, warum ein Theil der in unserm Lithopädion vorkommenden Fette und zwar insbesondere die Umhüllungen des Rückenmarks violett gefärbt waren, ein anderer Theil nicht. Die violette Färbung rührt jedenfalls von der Fällung eines Chromoxydsalzes mittelst Kali oder Natron her. Bekanntlich zersetzt sich die

Chromsäurelösung, mit welcher wir die Präparate des Nervensystems zu behandeln pflegen, binnen kurzer Zeit dergestalt, dass sie ihre gelbrothe Farbe vollständig einbüsst und die Flüssigkeit mehr oder weniger dunkelgrün wird. In dieser grünen Flüssigkeit ist durch *Arg. nitr.* keine Chromsäure mehr nachzuweisen, dagegen treten die Reactionen eines Chromoxydsalzes deutlich zu Tage. Kali und Natron fällen aus der grünen Lösung einen grünlich blauen Niederschlag. Ausserdem ist in der grünen Flüssigkeit SO_3 immer nachweislich. Diese Umwandlung der Chromsäurelösung in die Lösung eines schwefelsauren Chromoxydsalzes lässt sich nur dadurch erklären, dass die Chromsäure durch SH reducirt wird und zwar ebensowohl wenn sie frei als auch wenn sie gebunden in Lösung ist. Es werden dann Chromoxyd, Wasser und SO_3 gebildet und Schwefel scheidet sich ab. Wirkt also Chromsäure beispielsweise auf ein Nervenpräparat ein, so verbindet sie sich zunächst mit dem Alkali der Eiweisskörper, bildet ein chromsaures Alkali und bringt dadurch das Albumen zur Gerinnung. Zu gleicher Zeit verwandelt sich der S der Proteinkörper unter H-aufnahme in SH. Dieser hinwiederum reducirt die Chromsäure des in Lösung vorhandenen chromsauren Alkalis in der Art, dass Chromoxyd, SO_3 und HO gebildet werden. Der eine Theil des gebildeten Chromoxyds verbindet sich mit der gleichzeitig entstandenen SO_3 und wird durch sie in Lösung erhalten, während der andere Theil entweder von der noch vorhandenen freien Säure in Lösung erhalten oder als ein Gemenge von Chromoxydhydrat und S niedergeschlagen wird; letzteres in dem Falle, dass der gebildete SH zugereicht hat, um alle CrO_3 in Cr_2O_3 zu verwandeln, so dass also keine freie Säure mehr vorhanden ist. Es ist nun also ein schwefelsaures Chromoxydsalz in der Lösung vorhanden und es lässt sich, wie oben bemerkt, sowohl seine Säure als seine Basis nachweisen. Nun werden aber die Lösungen eines schwefelsauren Chromoxydsalzes durch Kali und Natron grünlich grau oder violettblau gefällt. Ist nun also z. B. eine kalihaltige Fettseife an oder in dem Präparate vorhanden, so wird durch Einwirkung der alkalischen Lösung derselben auf die Seifenmasse selbst am ersten ein violettblauer Niederschlag entstehen. Da wir uns nun überzeugt haben, dass die violettgefärbte Fettmasse am Rückenmark in der That eine Fettseife enthält, so dürfen wir nicht zweifeln, dass die violette Färbung in der geschilderten Weise entstanden ist. —

Kehren wir nach dieser Untersuchung der das Gehirn und Rückenmark umhüllenden Substanzen zu diesen selbst zurück.

1. Das in Chromsäure gelegene Gehirn liess unter der Loupe nichts als eine krümlige Masse erkennen. Beim Schneiden derselben fühlte man ein feines Knirschen des Messers. Unter dem Mikroskop zeigen die von Chromsäure noch feuchten Schnitte zum Theil wohl erhaltene Formelemente, z. B. die Zellenhaufen der *Medulla oblongata*. An getrockneten Chromsäure-Präparaten sieht man äusserlich auf dem Durchschnitt des Pons, der *Corpora cerebelli ad pontem*, des verlängerten Marks etc. vielfach weisse Punkte in der dunkelgrünen Grundsubstanz. Unter der Loupe sind es Nester, die von feinen weissglänzenden, krystallinischen Blättchen ausgefüllt werden. Unter dem Mikroskop erkennt man in diesen Blättchen theils Cholestearintafeln, theils Krystall-Drusen von unregelmässig durcheinander gelagerten Nadeln. Abgesehen von diesen Krystall-Nestern zeigt die Hirnsubstanz überall unversehrte und wohlgebildete Zellen, so dass man die Bewegungs-, Empfindungs-

und sympathischen Zellen (JAKUBOWITSCH) an der *Medulla oblongata* und dem Pons deutlich unterscheiden kann. Die Züge der Axencylinder sind dagegen auch auf den feinsten Schnitten stets undeutlich und zwischen den Zellhaufen liegt grösstentheils nur eine krümlige Masse mit feinen dunkeln Punkten.

Die Structur des Rückenmarks ist abgesehen von der grossen Volumsverminderung nur in so fern verändert, als in der Substanz desselben und zwar eben sowohl in den Hörnern wie in der corticalen Masse Höhlen sich finden, in denen Krystalle von Margarinsäure abgelagert sind. Nervenzellen und Axencylinder sind unversehrt vorhanden.

Von den Organen der Brusthöhle bildete das Herz einen platten 3eckigen Körper von 2½" Länge und 3¼" Breite. Es war so hart, dass die Substanz desselben beim Schneiden splitterte und sprang. Ringsher namentlich am *Sulcus transversus* und dem Ursprung der grossen Gefässe wurde der Herzmuskel von einer über 3‴ dicken Fettschicht umgeben. Auf der Durchsägefläche desselben war keine Spur eines Hohlraums zu entdecken. Nach der Erweichung in warmem Wasser, welches mit etwas Essigsäure angesäuert war, zeigte sich die Muskelsubstanz genau in der Weise verfettet, wie oben bei der Schilderung der Muskeln im Allgemeinen angegeben wurde.

Die *Aorta*, die *Arteria pulmonalis* und der Herzbeutel waren verschrumpft, sonst aber von normaler Structur.

Die Lunge erschien als eine gleichmässige Bindegewebsmasse mit zahlreichen eingelagerten Drusen von schmallanzettlichen Krystallen. Die Bronchi und Venen waren mit einer gleichmässigen Masse erfüllt, welche durch Chloroform zum grössten Theil ausgezogen wurde. Bei der Verdunstung schieden sich aus dem Auszuge wetzsteinförmige und rhomboidale Blättchen, neben unregelmässigen krystallinischen Gebilden aus, die mit Wahrscheinlichkeit für Stearinblättchen gehalten werden konnten. Zur genaueren Untersuchung war die abgeschiedene Masse zu geringfügig.

Die Formelemente des Oesophagus, das geschichtete Plattenepithel, die traubigen Drüsen, die Schichten der Quer- und Längsmuskeln zeigten sich nach der Erweichung in schwacher Kalilösung vollkommen normal.

In der Unterleibshöhle fand sich der Magen im Zustande vollkommener Austrocknung, sonst aber so normal constituirt, dass sich die Epithelien, die höchst bedeutenden Papillen, in welche zum Theil Kegel von Gefässen aufstiegen, die bindegewebige Grundlage darunter und endlich die quer und längsstreichenden Muskelschichten, deutlich erkennen liessen.

Nach Aussen hin lagerte reichlich Fett (stearinsaures Lipyloxyd).

Die Milz, ein platter, lederartiger Körper, barg zwischen ihren Bindegewebsbalken, eine gelbgefärhte structurlose Masse. In dieser waren Ablagerungen von stark lichtbrechenden Blättern in sternförmiger Gruppirung, wie eingesprengt.

Sie waren in Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien unlöslich, in Aether löslich. Aus der ätherischen Lösung krystallisirten neben regelmässigen Krystallblättchen, reine Cholestearin-Krystalle aus. Wahrscheinlich waren also neben Cholestearin noch eigentliche Fette in dieser Füllungsmasse der Milz vorhanden.

Die Leber bildete eine gleichmässige Bindegewebsmasse ohne alle Textur. In derselben waren gleichfalls starke Drusen von krystallinischem Fett eingelagert, welche durch Aether ausgezogen und als Cholestearin wieder ausgeschieden wurden. Nächstdem fanden sich reichliche Ablagerungen von Gallenpigment vor.

Die Nieren waren ihrer Structur nach normal. Zwischen den Nierencanälchen aber waren wiederum Haufen krystallinischen Fettes abgelagert; die Nierenkelche und das Becken ganz von Fett erfüllt.

Die Krystalle verschwanden auch hier nach der Behandlung mit kochendem Aether, doch konnten bei der Verdunstung keine deutlichen Krystallformen erhalten werden. Am Darm, der in allen seinen Theilen einen platten, braunen harten und reichlich mit Fett umlagerten Strang bildete, waren die Drüsen, die Muskelfasern, die Bindegewebsstrata ganz normal. Der ganze Darminhalt aber bildete eine gelbröthlich aussehende Masse, in welcher die schönsten Fettdrusen eingebettet lagen. Bei der Verdunstung des ätherischen Auszugs gelang es jedoch nicht, wohl characterisirte Krystalle zu erhalten, sondern es blieb nur eine gelbe schmierige Fettmasse zurück. Das in dem Darminhalt vorfindliche Pigment von gelbrother Farbe zeigte bei der Anwendung von Schwefelsäure die Farbenreaction des Hämatoidins

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig



2.

3.

5.

6.

4.





Fig. 2.

Fig. 3.



